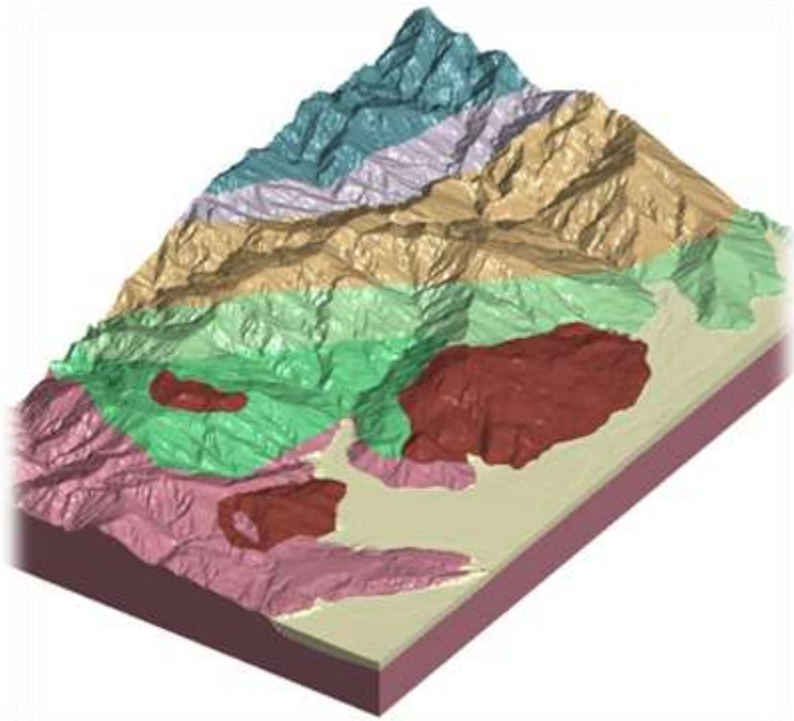


經濟部「地熱探勘學研合作平臺」成立大會

# 地熱探勘示範案場進度簡報 -花蓮瑞林紅葉地區



經濟部中央地質調查所  
財團法人中興工程顧問社  
豐宇綠能股份有限公司

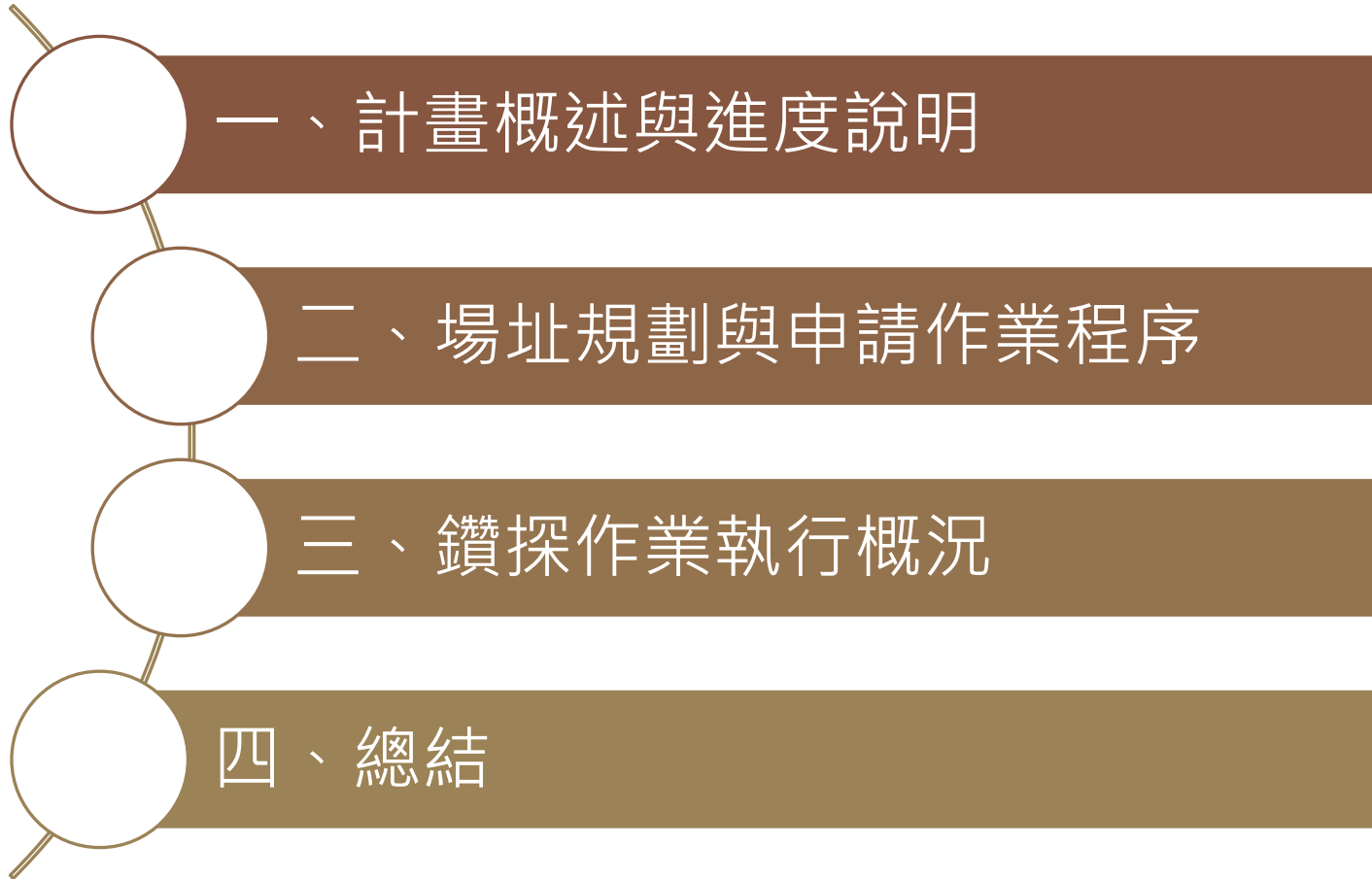
計畫主持人：俞旗文 博士  
協同主持人：譚志豪 博士

111年9月26日



# 簡報大綱

---



# 一、計畫概述與進度說明(1/2)

1

為落實政府**能源轉型之政策目標**以及**再生能源占比**，地熱發電因具有**基載能源**特性，為最佳選擇之一。為達成**地熱裝置容量**之政策目標，須規劃具體推動方案並克服發展障礙。

2

配合前瞻計畫「**綠能建設**」之目標，地調所研提「**加速全面性地熱資源探查及資訊供應計畫**」，選定**花蓮、台東**兩處地熱重點潛能場址作為示範案例，進行相關地熱探查工作。

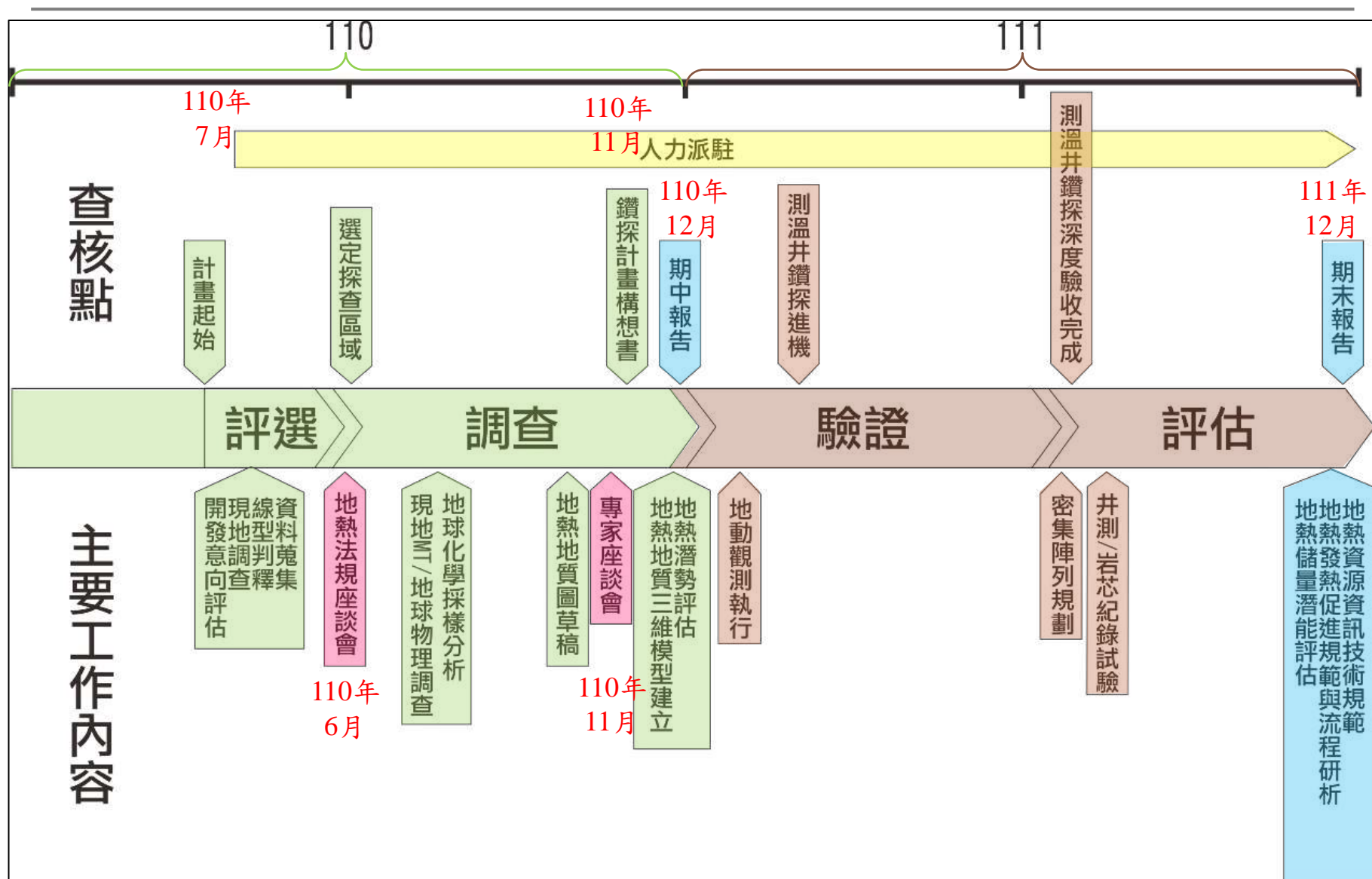
3

本計畫針對**花蓮地熱潛能區**進行**示範性試作**，目標將整合既有及最新地熱探勘技術，並藉由**產學研跨域合作**，建立本土自主之地熱探勘、調查、試驗、建模及評估之**全方位地熱探勘技術**。

4

具體工作涵蓋**地熱探勘技術建置**、**三維地熱地質模型建置**、**熱儲量評估及資訊平台揭露**等技術項目，另研擬**地熱相關規範與導則**，期能吸引更多開發商投入，以**加速**推動地熱能源開發。

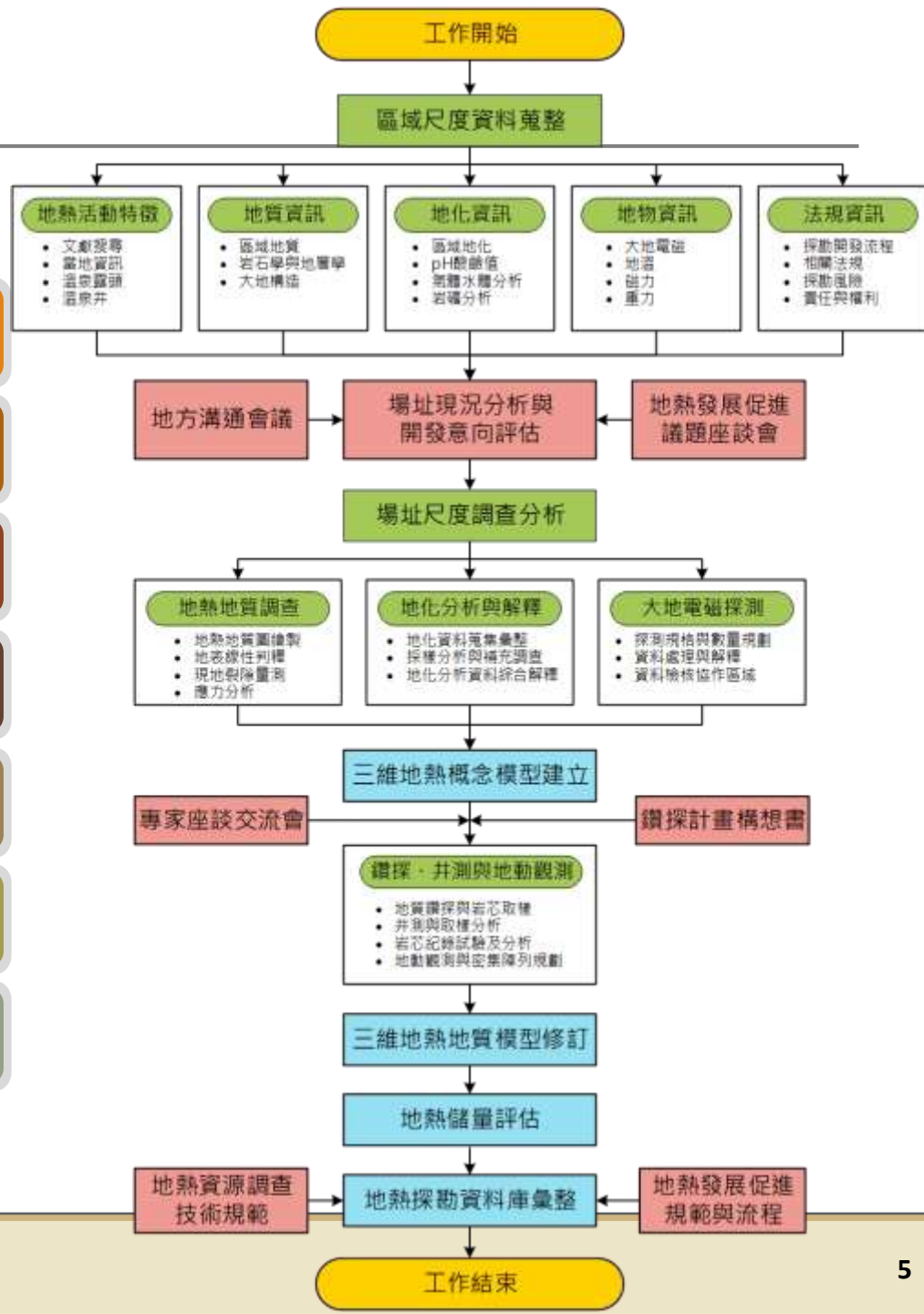
# 一、計畫概述與進度說明(2/2)



# 1.1 工作項目與流程

## ■ 主要執行工作

- 1 現況分析及地熱地質調查
- 2 大地電磁探測
- 3 地球化學分析及解釋
- 4 三維地熱概念模型及資料庫建置
- 5 地質鑽探規劃與執行(含井測)
- 6 地動觀測執行密集陣列規劃
- 7 地熱發展計畫促進措施



## 1.2 研究範圍

從調查範圍內挑選數處具有發展地熱潛力的場址，經過AHP層級分析法以及ACM決策矩陣，篩選出重點調查區域為瑞林-紅葉地區。

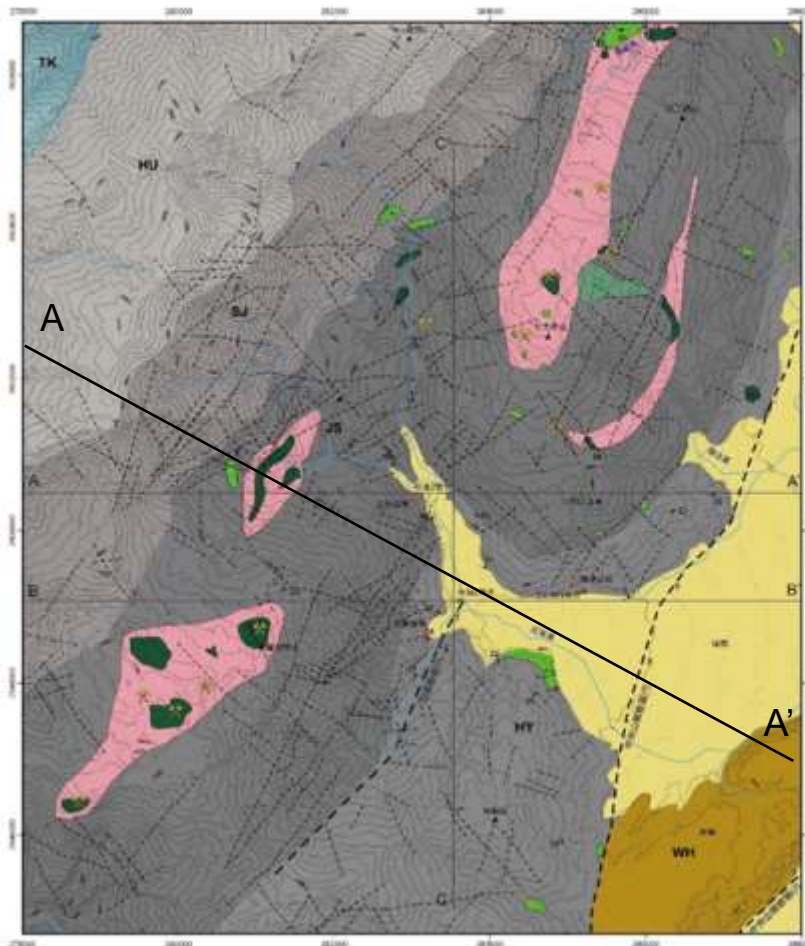
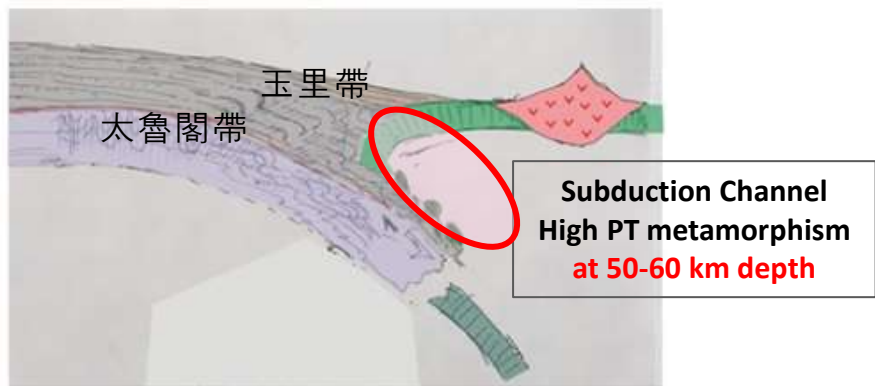
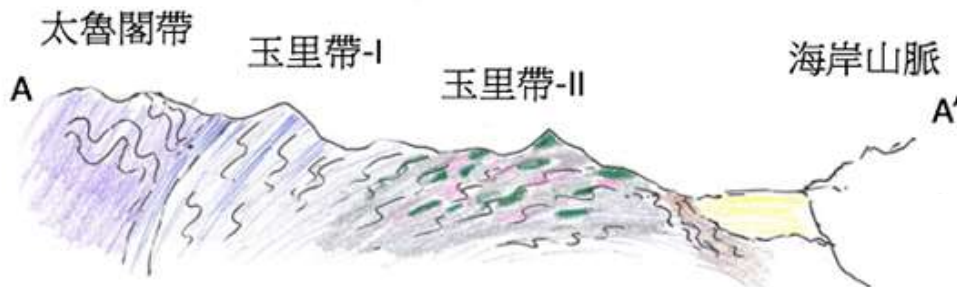


# 1.3 調查區域之地熱地質環境概述

瑞林-紅葉地區地熱計畫  
地質工作模型

玉里帶-I：森榮段、虎頭山段

玉里帶-II：瑞穗段、紅葉段

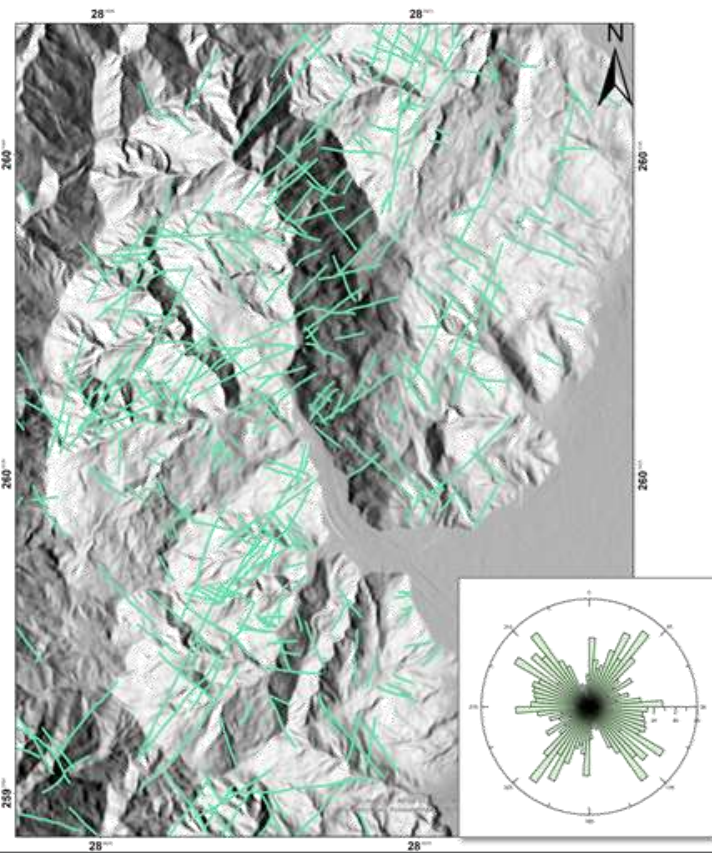
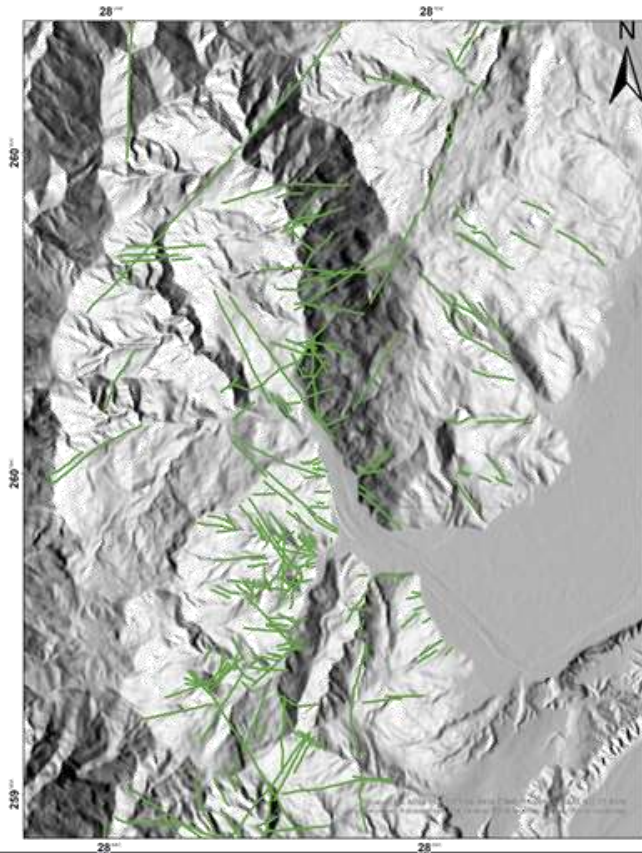


(李建成提供)

瑞林紅葉地區的地熱地質概念模型。熱源：高溫壓快速掘升的基性岩和周遭混同岩形成的 Subduction channel (melange)，從隱沒過程中的變質、變形，抬升(及開花旋轉)到地表

# 1.3 地質調查-地表線性判釋

- 主要三組方向的線型
  - 東西走向(~090)
  - 西北-東南走向(140-150)
  - 北北東-南南西(~020)
- 北北東-南南西(~020) 為整個區域穿透性最強的線型



(李建成提供)



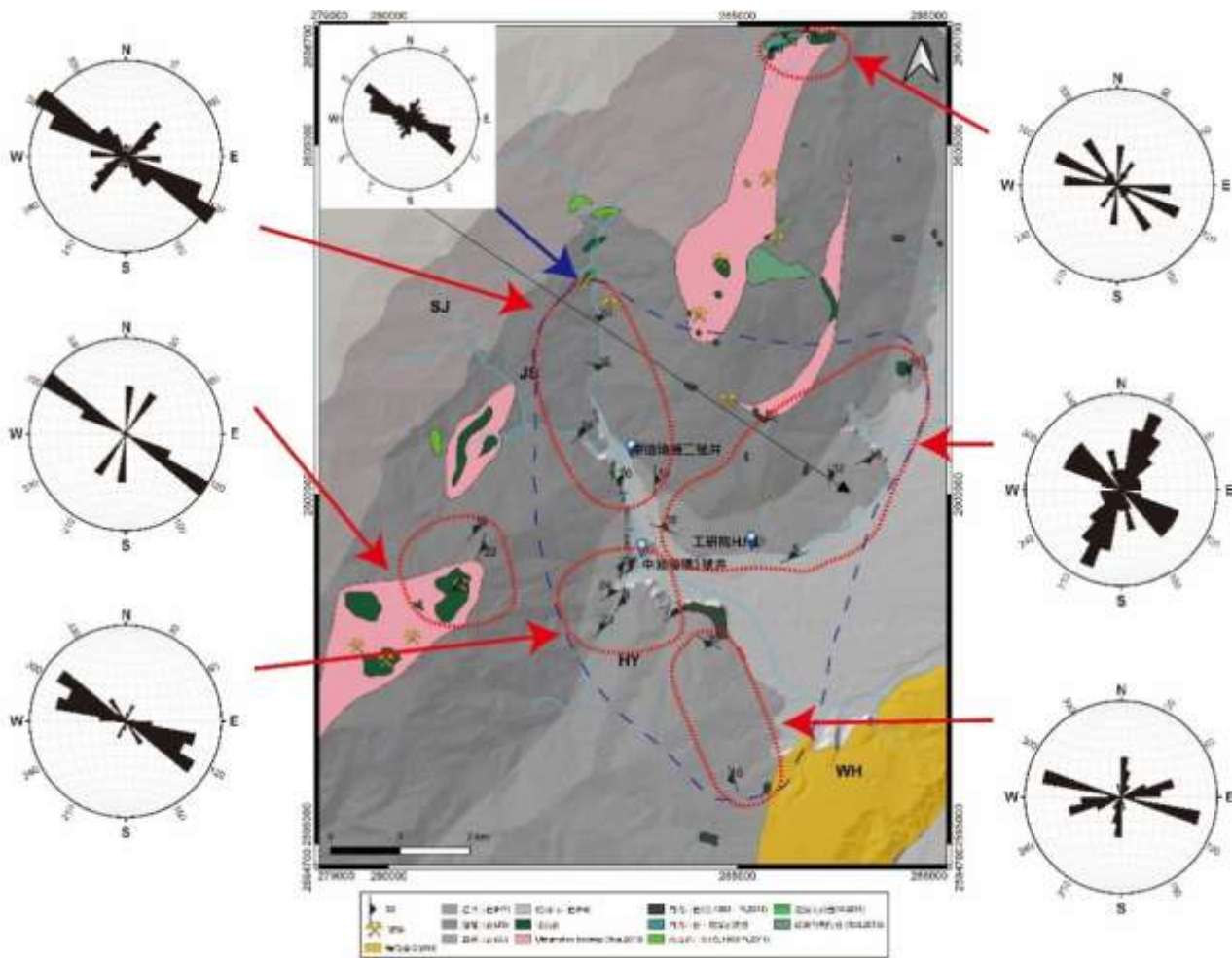
# 1.3 地質調查-節理走向

- 本區有多組節理，傾斜角度多陡直
- 主要張裂縫位態
  - 西北西-東南東
- 地表/地下熱流通道 (Fluid path)

紅葉溫泉露頭



(宋聖榮、盧乙嘉提供)

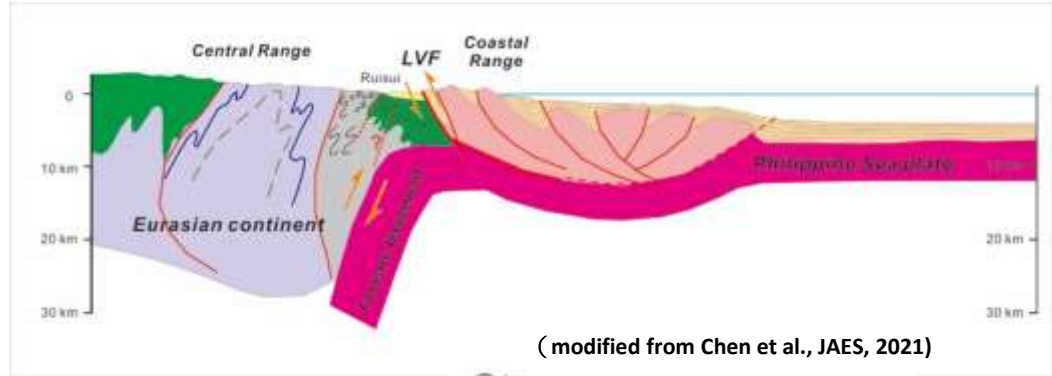


(李建成提供)

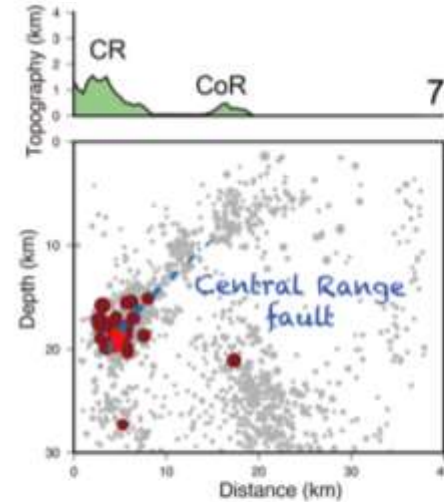
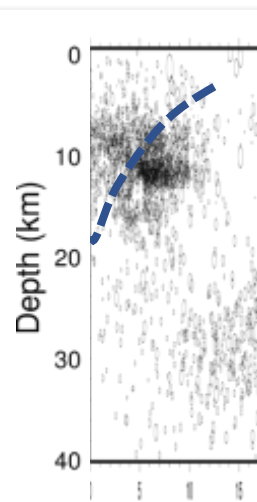
# 1.4 地球物理調查-地震資料

## 板塊隱沒界面滑移破裂—深部擠壓應力

歷年地震分佈(1991-2021)



(modified from Chen et al., JAES, 2021)



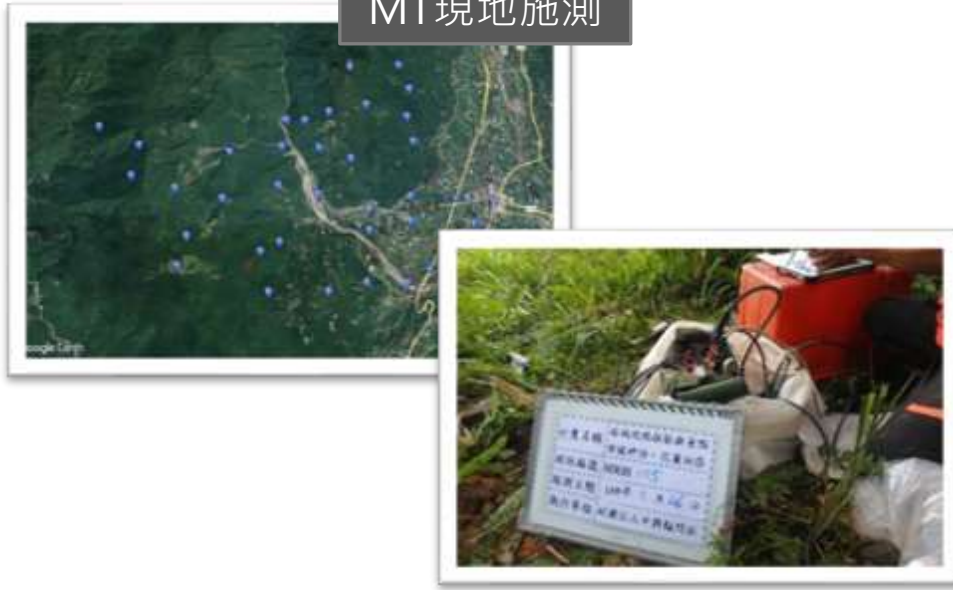
(Chen et al., JGR, 2020)

(李建成提供)

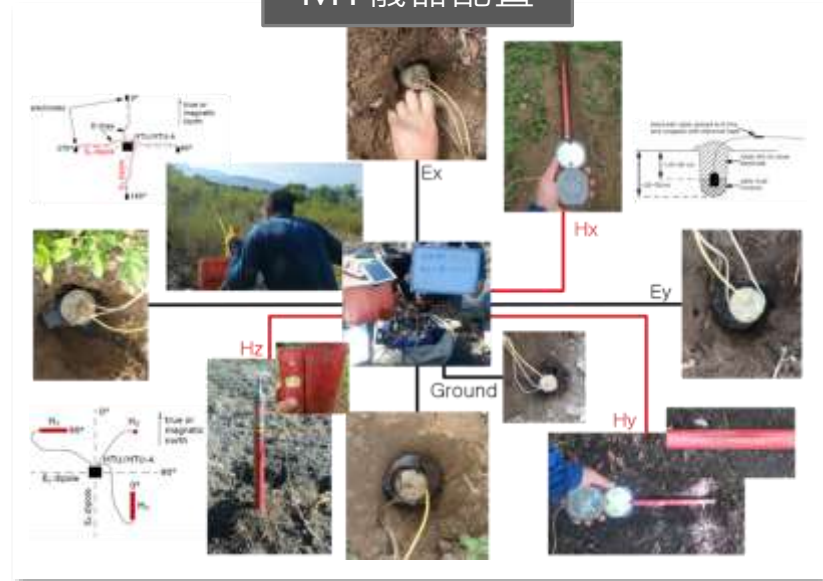
# Back thrust 可能提供深循環的通道

# 1.4 地球物理調查-大地電磁(MT)探測

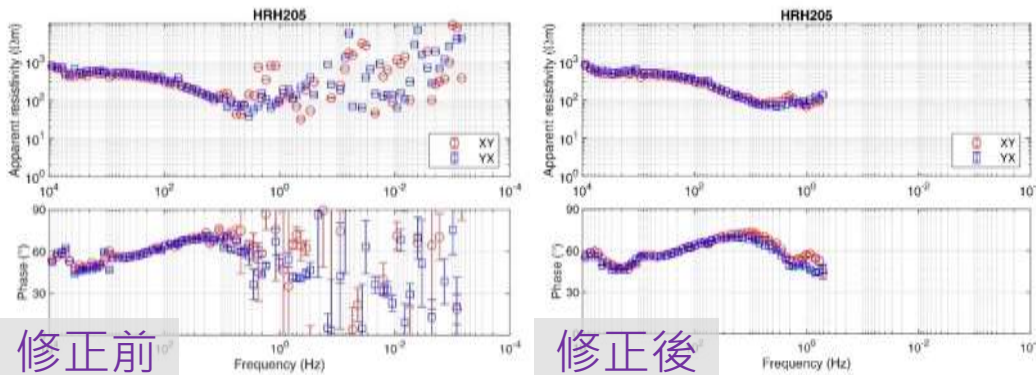
MT現地施測



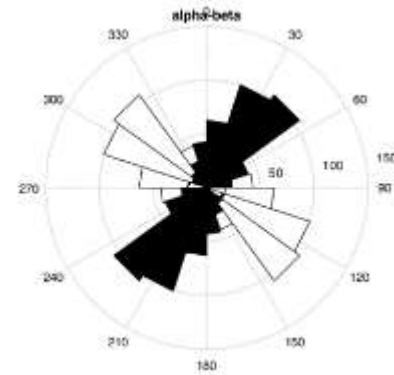
MT儀器配置



遠端參考站修正及人工挑選資料

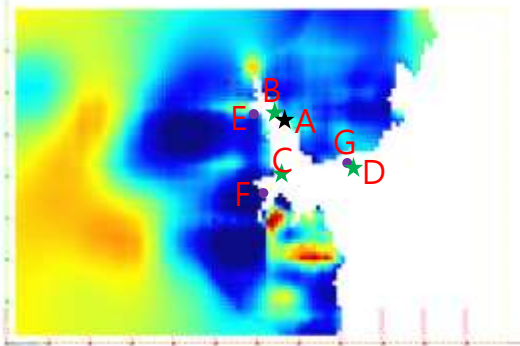


電性構造玫瑰圖

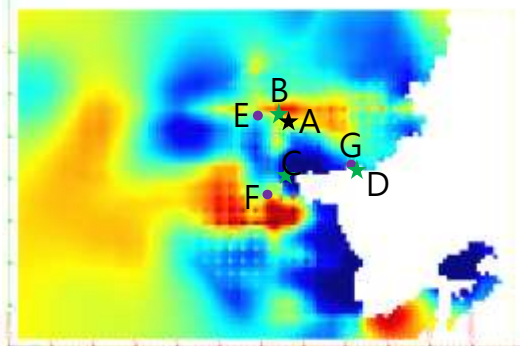


(姜智文提供)

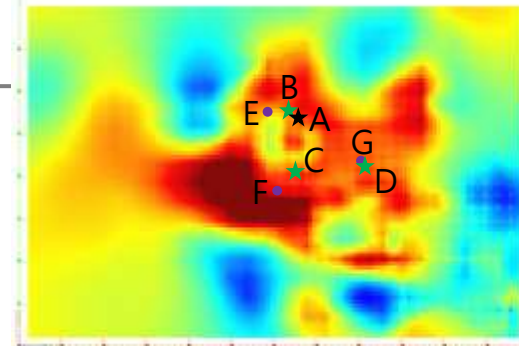
Elevation=300m



Elevation=200m

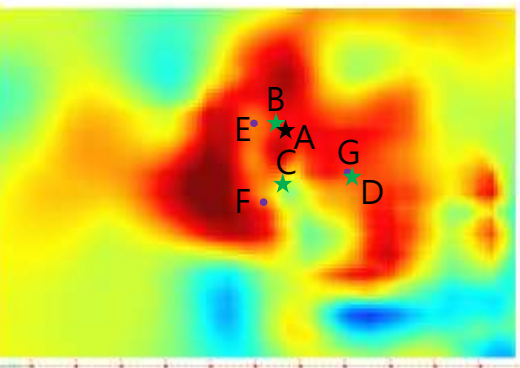


Elevation=0m

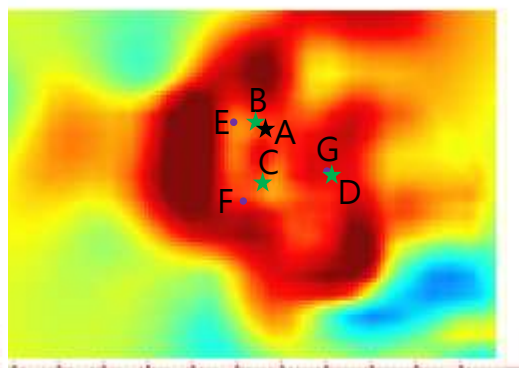


- A : 本案新鑽井
- B : JS-2
- C : JS-1
- D : HJ-1
- E : 瑞林溫泉
- F : 紅葉溫泉
- G : 瑞穗溫泉

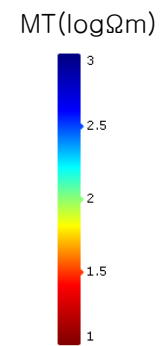
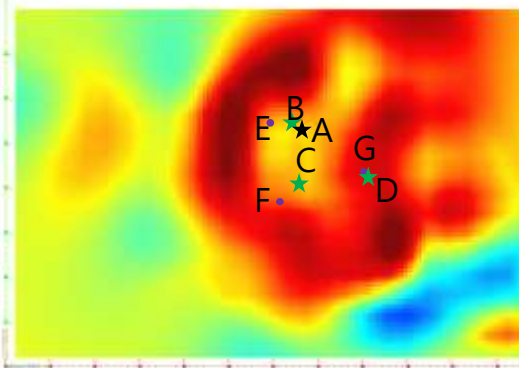
Elevation=-200m



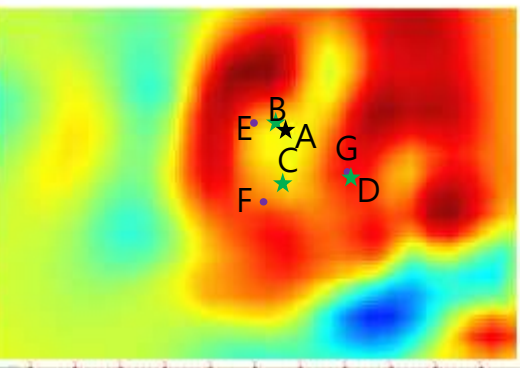
Elevation=-400m



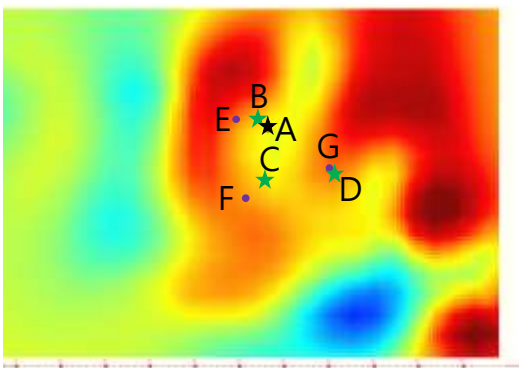
Elevation=-600m



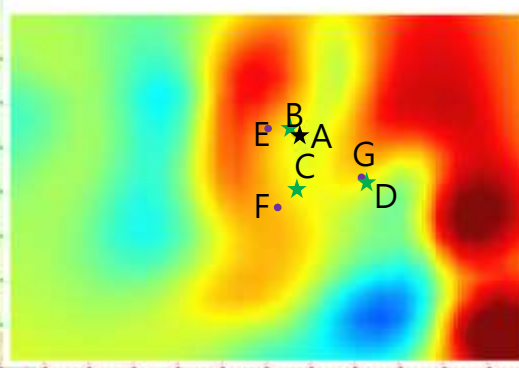
Elevation=-800m



Elevation=-1000m

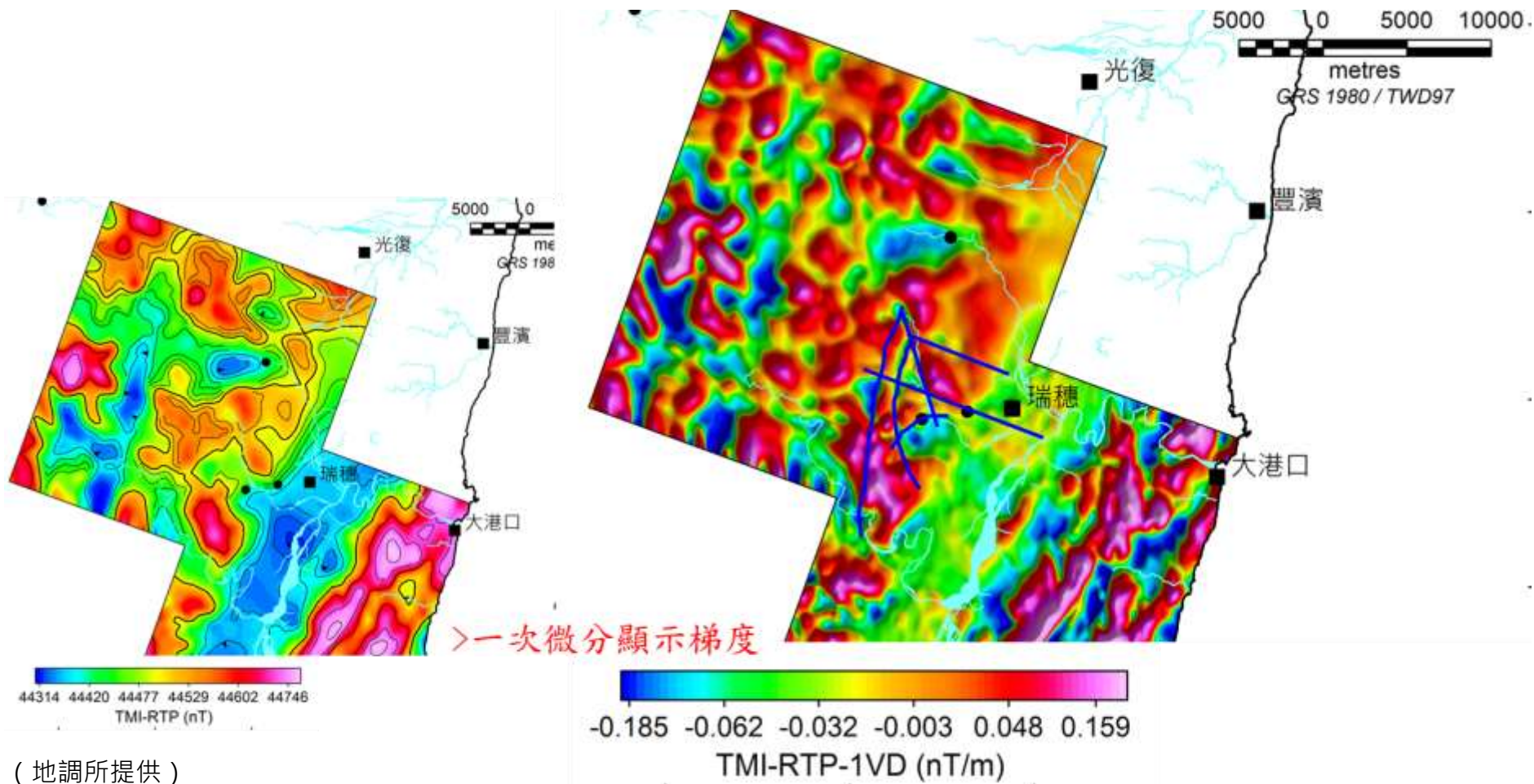


Elevation=-1200m



(地調所提供)

# 1.4 地球物理調查-場址鄰近空中磁力線形特徵



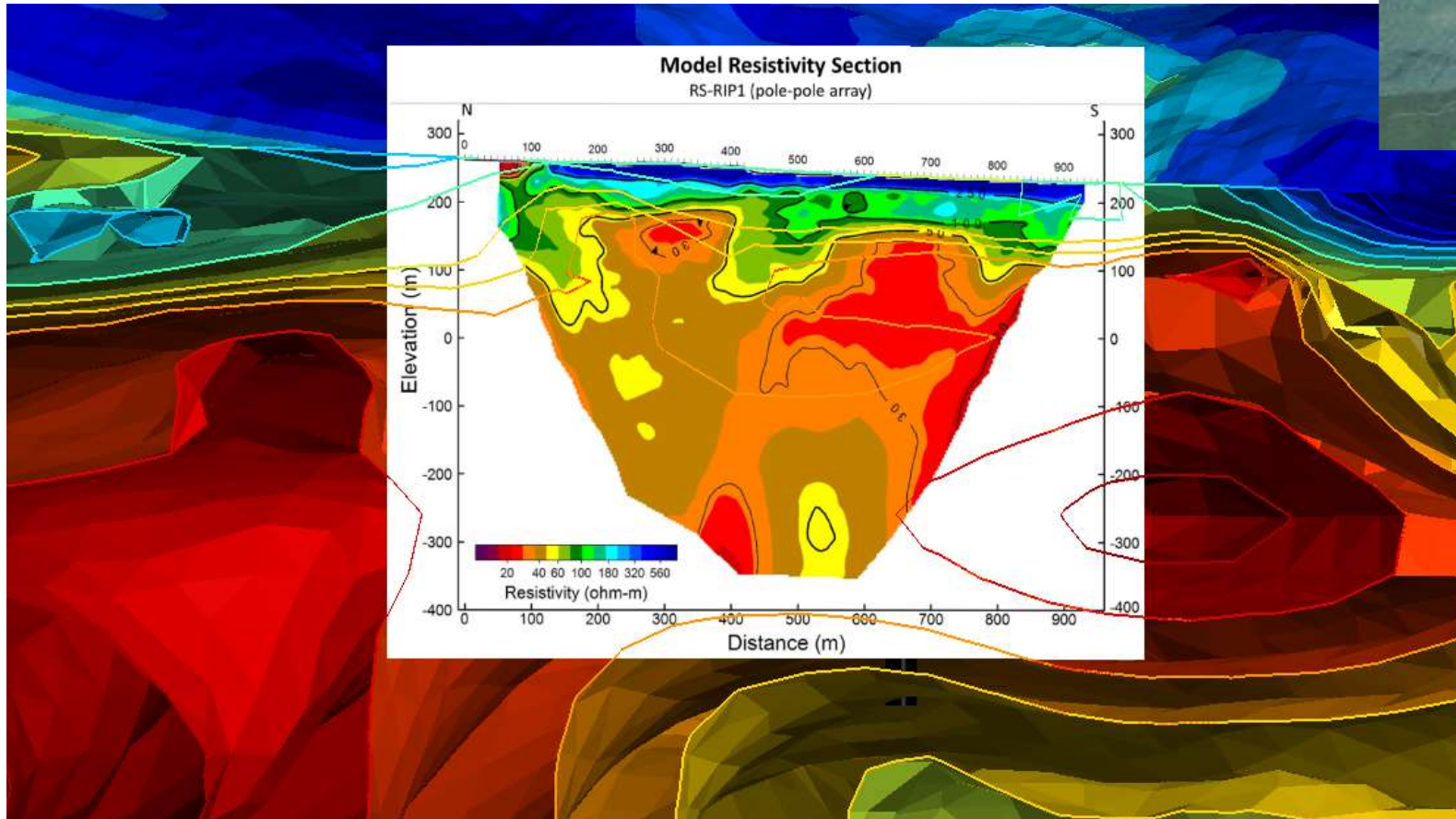
(地調所提供)

## 磁力線形可能反應岩體界線

1. 高磁性 → 基性岩
2. 低磁性 → 片岩

# 1.4 地球物理調查-電阻率影像剖面法(1/2)

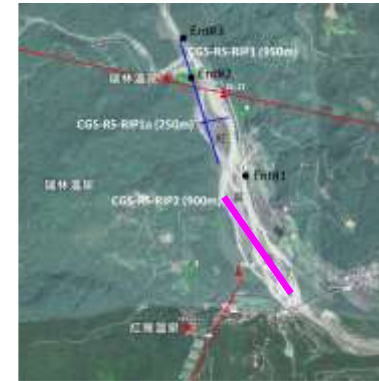
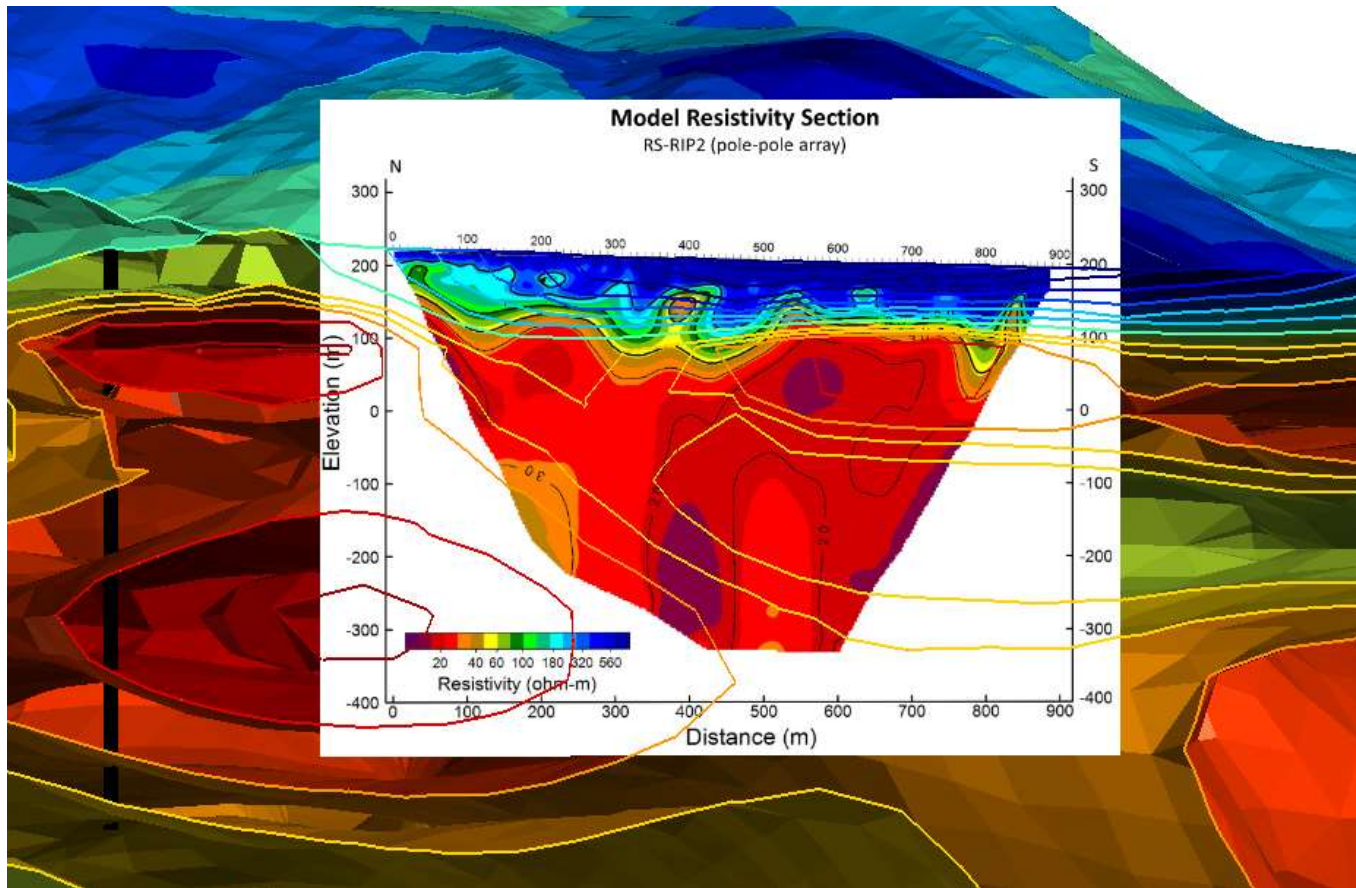
RS-RIP1 vs. MT



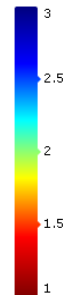
(地調所提供)

# 1.4 地球物理調查-電阻率影像剖面法(2/2)

RS-RIP2 vs. MT

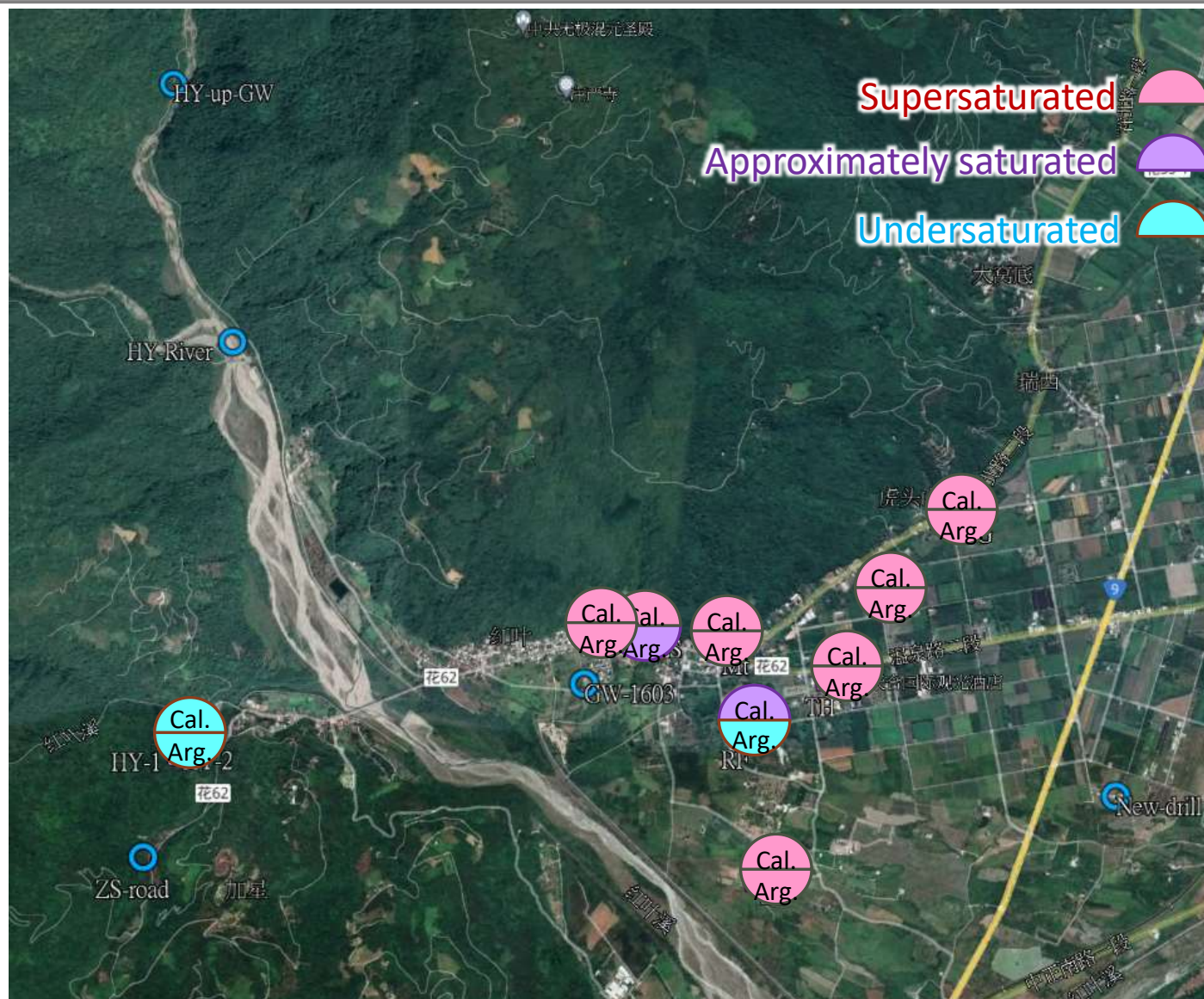


MT (logΩm)



(地調所提供)

# 1.5 地球化學調查-水質採樣分析(1/2)



(宋聖榮、盧乙嘉提供)



# 1.5 地球化學調查-水質採樣分析(2/2)

## 內溫泉區(紅葉、瑞林)

- 屬性：碳酸氫鈉泉。
- 特色：
  - \*離子濃度低。
  - \*鈉離子濃度遠高於對應之氯離子濃度。
  - \*幾乎無水岩反應。
- 推測補注區：尊古安地塊。來自較高高程但淺循環( $d^{18}O$ 、TDS)
- 結垢潛勢：不易產生結垢。
- 優點：不易產生結垢、遠離溫泉稠密區。
- 缺點：易面臨無水窘境。

## 外溫泉區(瑞穗)

- 屬性：氯化鈉泉。
- 特色：
  - \*離子濃度高。
  - \*氯離子與鈉離子濃度皆高。
  - \*水岩反應強烈。
- 推測補注區：打馬燕地塊 / 中央山脈。相對較低高程( $d^{18}O$ 、TDS) / 深循環
- 結垢潛勢：易產生方解石與霏石沉澱。
- 優點：推測有較大的量體與潛能(TDS、 $T_{SiO_2}$ )。
- 缺點：易結垢、位於溫泉稠密區。

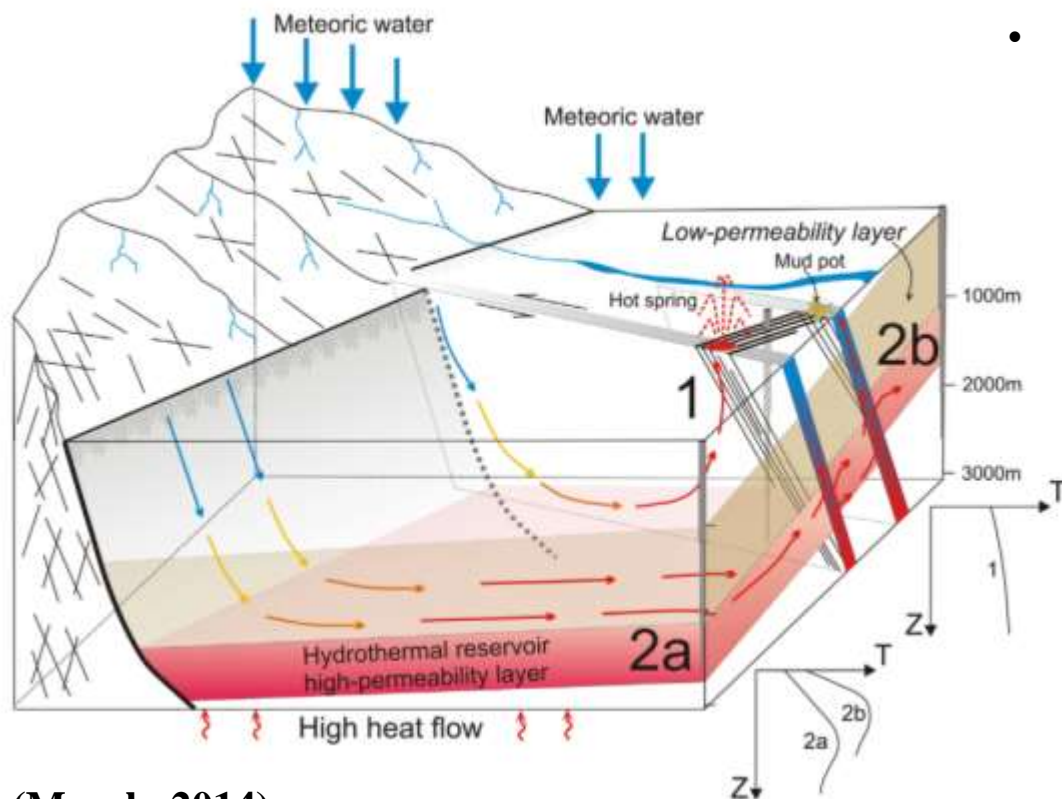


	內溫泉	外溫泉
TDS(mg/L)	431-520	1,106- 6,550
鹽度(psu)	0.44-0.54	1.20-8.22
導電度(us/cm)	862-1,041	2,214-13,290

(宋聖榮、盧乙嘉提供)

# 1.6 地熱地質概念模型

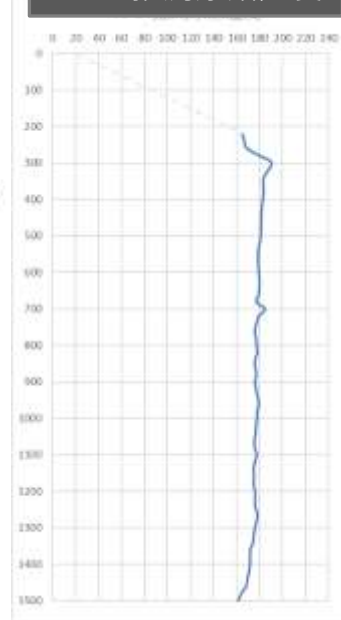
## 非火山活動地熱系統



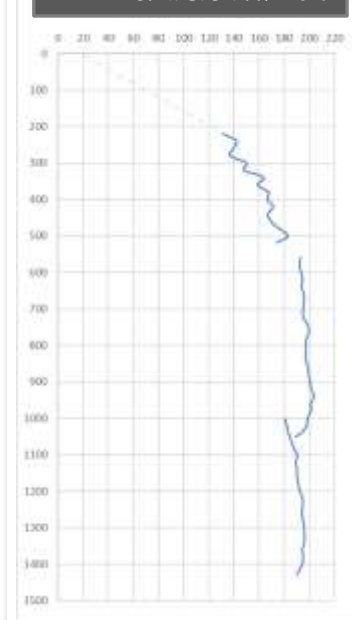
(Moeck, 2014)

- Type 1是一個天水從滲透到沿著斷層上湧的對流單元。井位1的溫度梯度逐漸增加。
- Type 2a及2b受斷層控制。鑽入此類區域的井，在高滲透性儲集層以上地溫梯度為上升；儲集層以下地溫梯度下降(井位2a和井位2b)。

JS-1T推測原始溫度

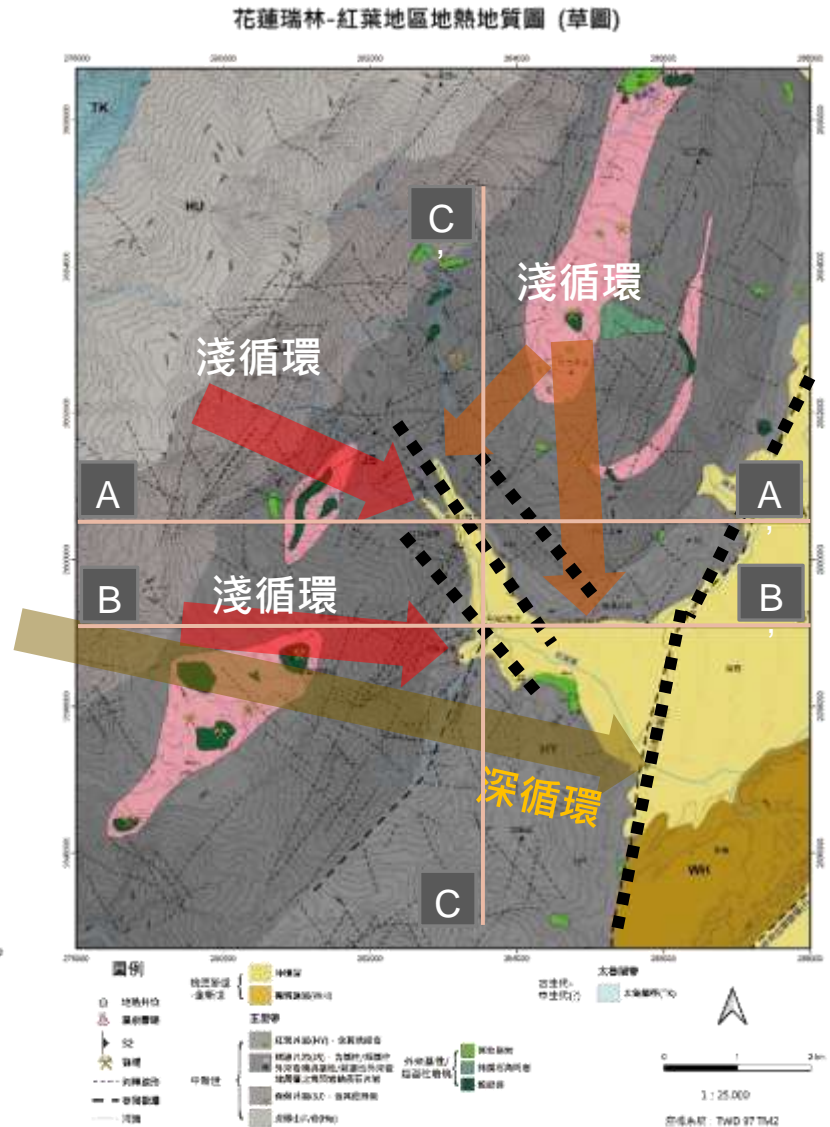
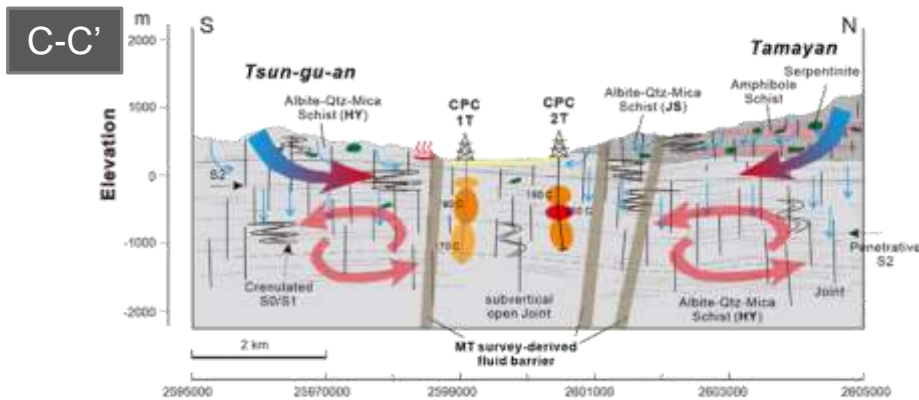
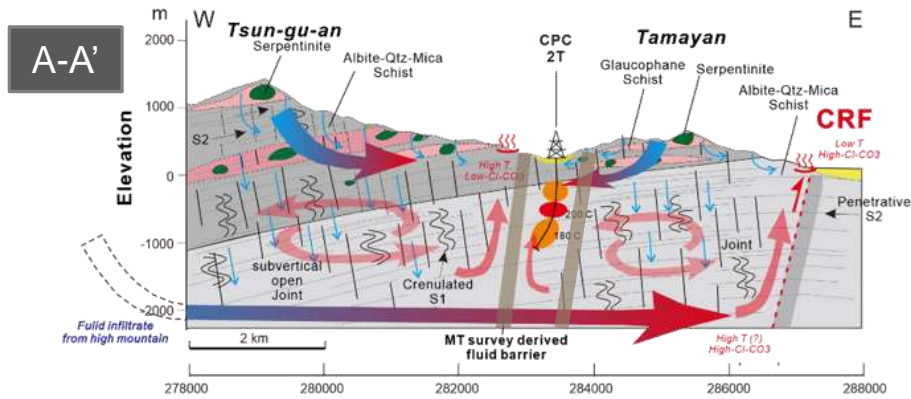


JS-2T推測原始溫度



# 1.6 瑞林紅葉地區-地熱地質模型構想

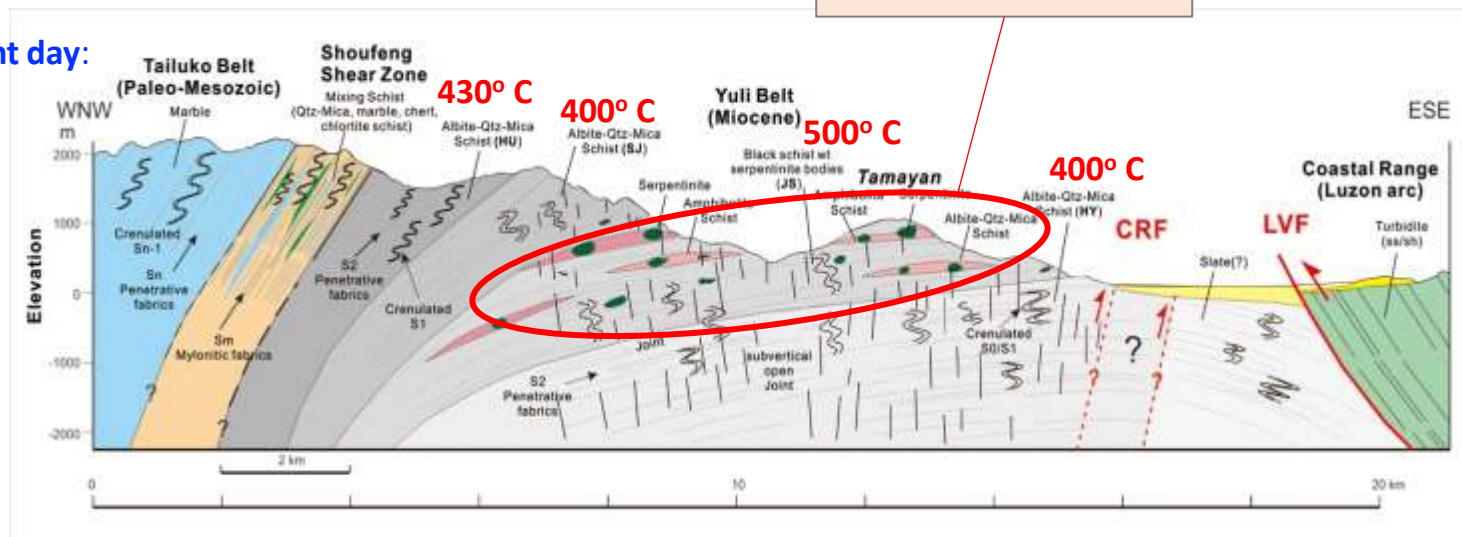
1. 熱源：近地表高溫變質岩；乾熱？
2. 儲熱層：黑色片岩/板岩
3. 補注水源：天水；淺/深循環
4. 裂隙通道：淺/深循環；垂直裂隙帶（中央山脈斷層？）



# 1.6 瑞林紅葉地區地熱地質模型構想-熱源

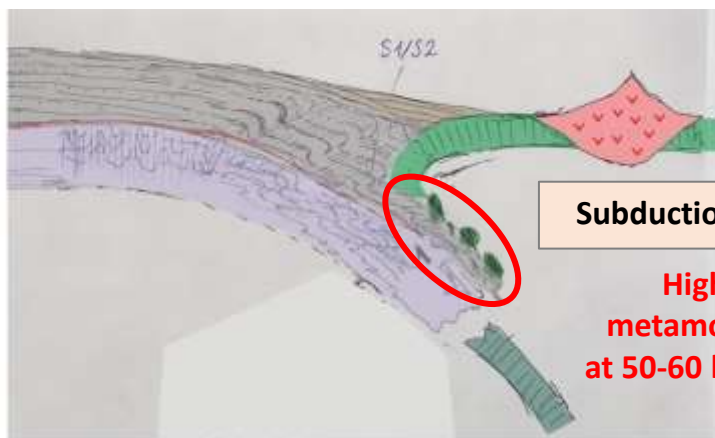
熱源：快速掘升岩體的餘熱？

Present day:



15-8 Ma:

Subduction, serpentinization, metamorphism



RSCM peak temperature

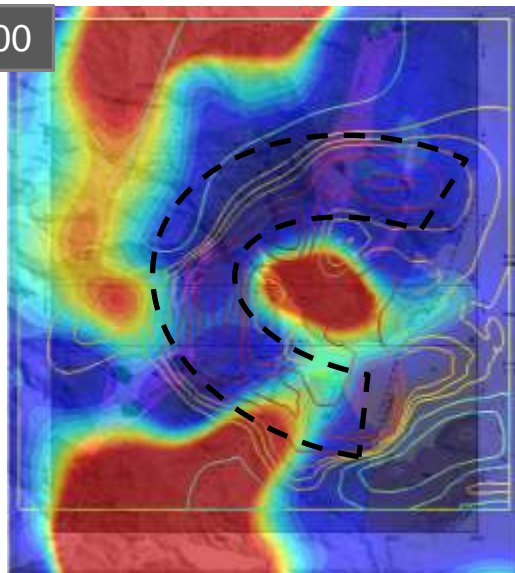
(RSCM溫度來源：葉芝穎，2019)

# 1.6 瑞林紅葉地區地熱地質模型構想-儲熱層

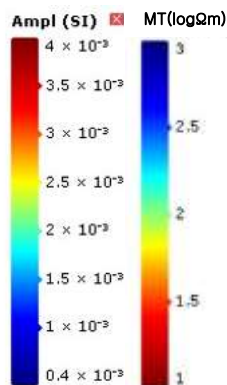
地熱儲熱層：破碎黑色片岩？ 蓋層：塊狀基性岩？

電阻與低磁感率切面圖

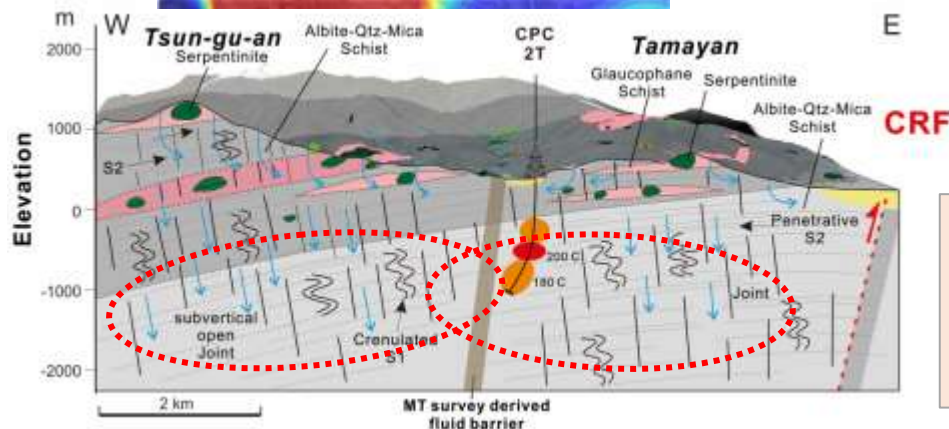
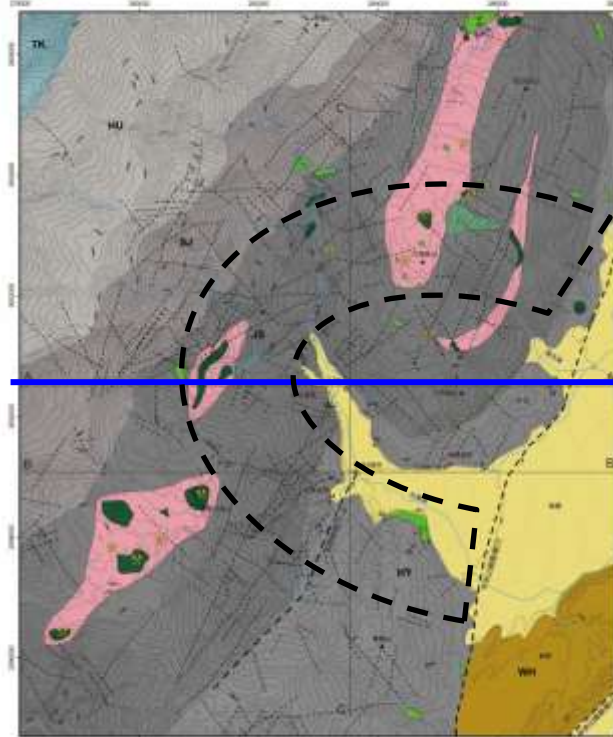
EL : -500



MT剖面：等值線圖  
空中磁測：等值面圖



花蓮瑞林-紅葉地區地熱地質圖 (草圖)

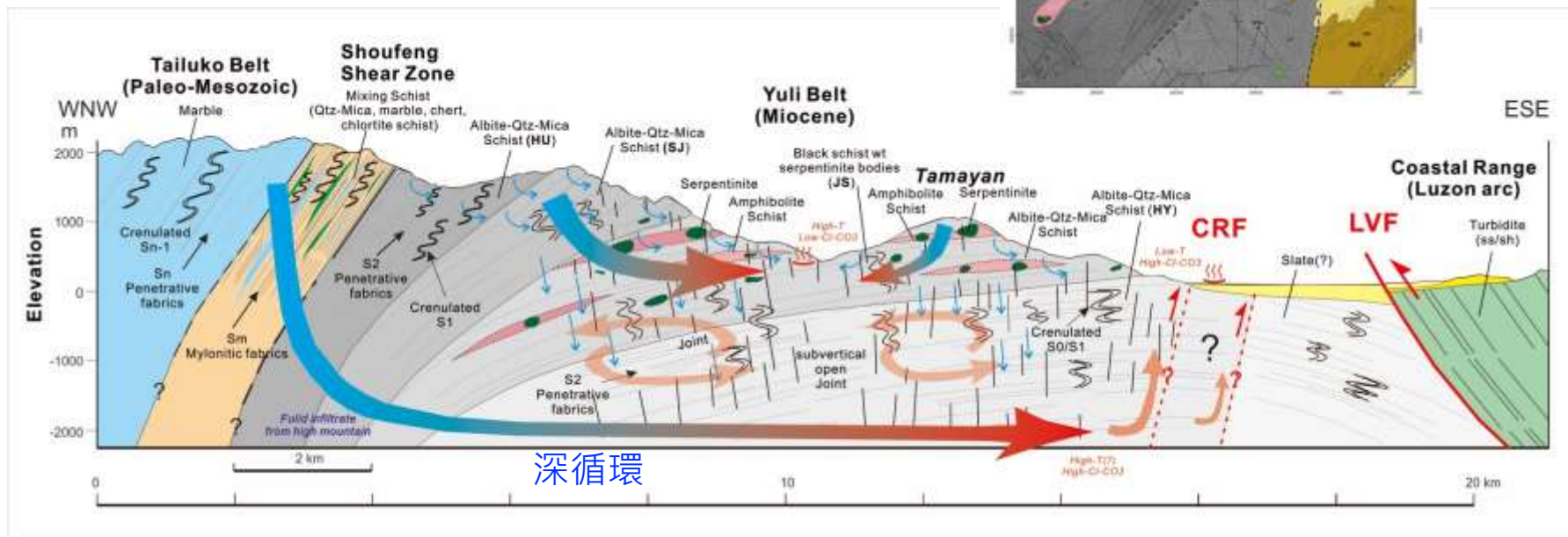


1. 地下1-2公里左右相對低磁力/低電阻的「塊體」，似乎對應玉里帶的某些黑色片岩「塊體」(灰色塊)？
2. 裂隙較發達(張裂縫、小斷層等)？含水較多？
3. 它們的上方有較大的基性岩「夾層體」(粉紅色塊 / subduction channel)，是否作為深循環熱水的「蓋層」？

# 1.6 瑞林紅葉地區地熱地質模型構想-補注水源

地熱儲熱層水補注：  
天水/溪水滲流（淺循環）？  
岩體地下水系統（深循環）？

花蓮瑞林-紅葉地區地熱地質圖 (草案)

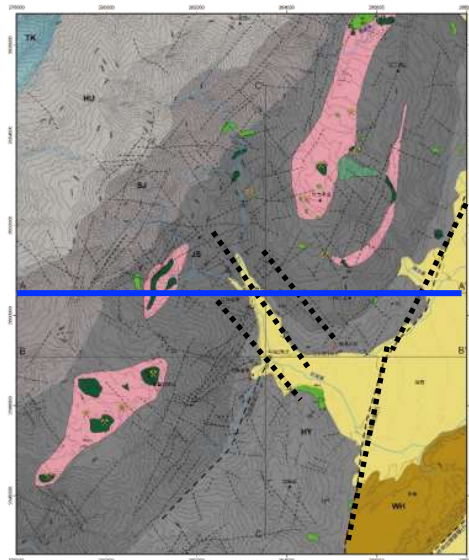


# 1.6 瑞林紅葉地區地熱地質模型構想-裂隙通道(1/2)

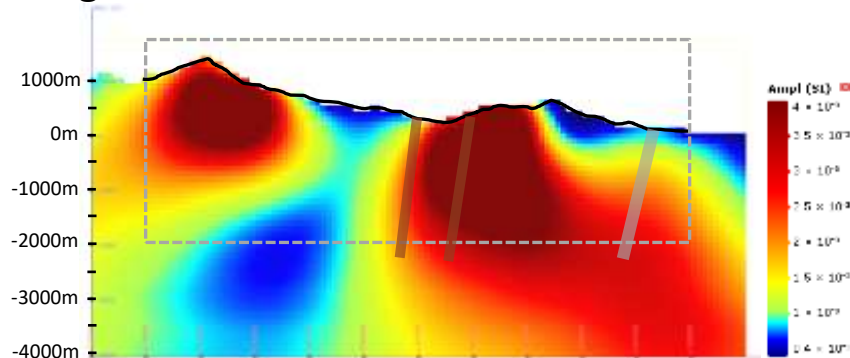
裂隙通道/阻隔：  
地質+地球物理

瑞林溫泉剖面

花蓮瑞林-紅葉地區地熱地質圖 (草圖)

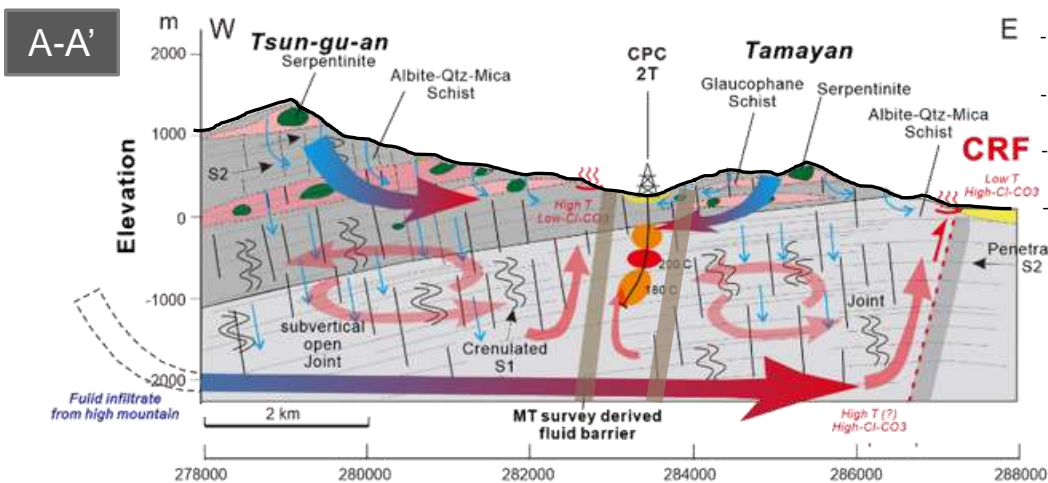
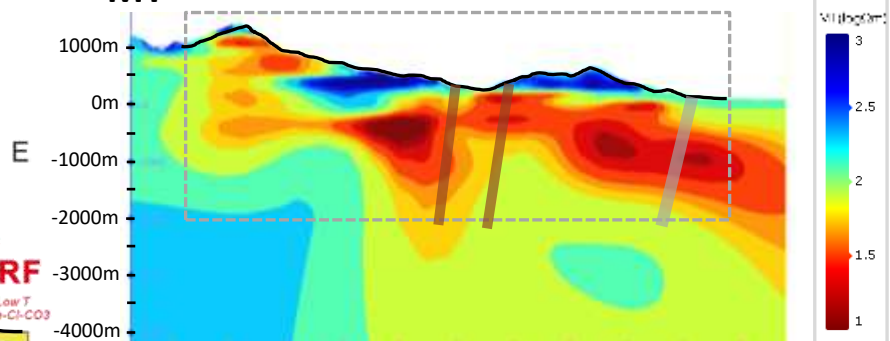


Magnetic



(地調所提供)

MT



熱液上升通道：

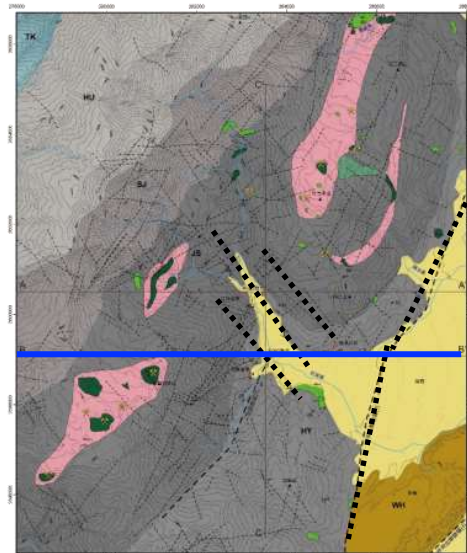
“斷層帶或破碎帶” 穿越近地表？

# 1.6 瑞林紅葉地區地熱地質模型構想-裂隙通道(2/2)

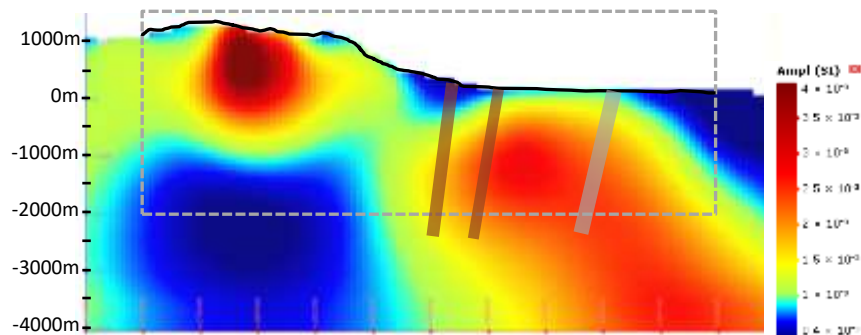
裂隙通道/阻隔：  
地質+地球物理

紅葉溫泉剖面

花蓮瑞林-紅葉地區地熱地質圖 (草圖)

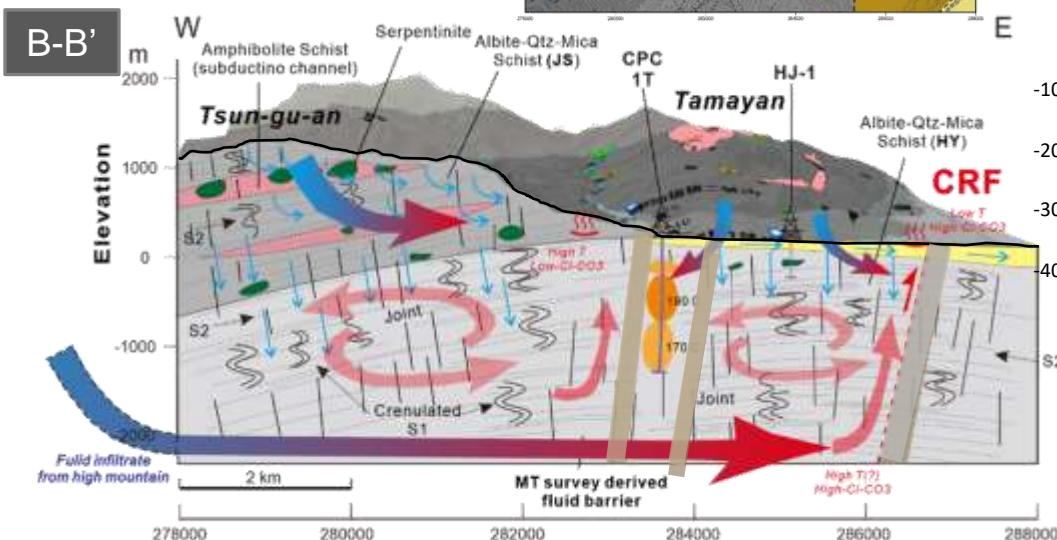
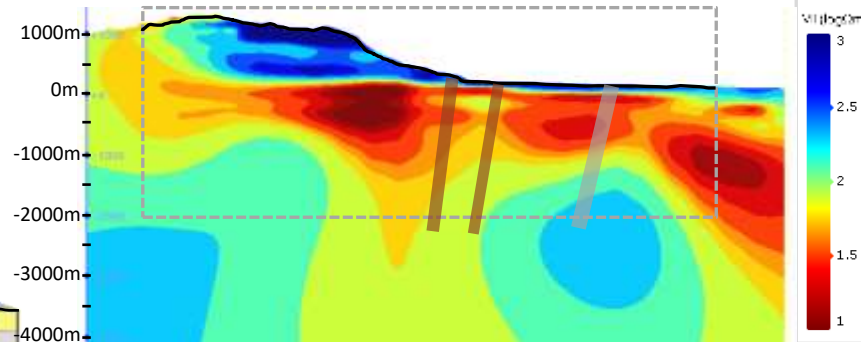


Magnetic



(地調所提供)

MT

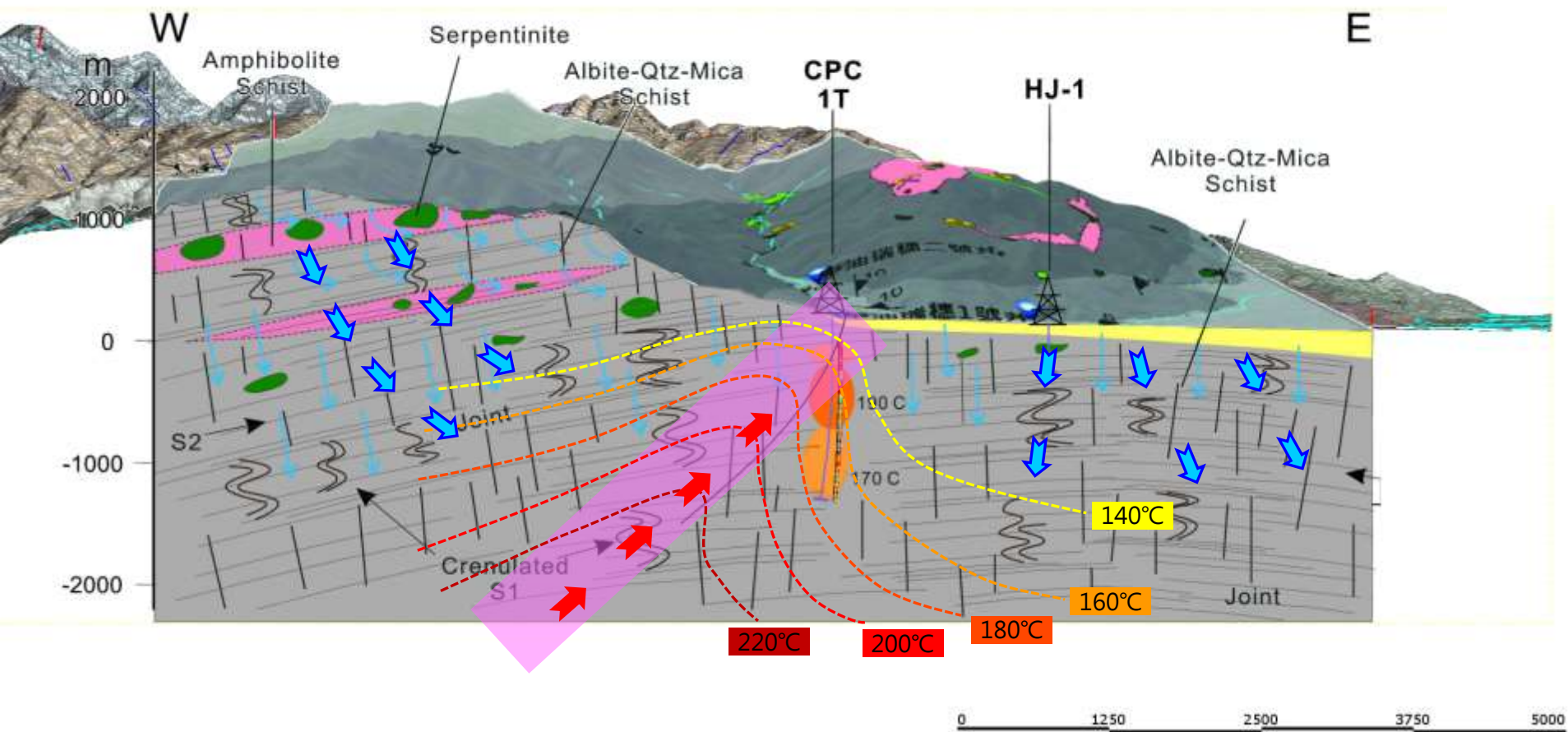


熱液上升通道：

“斷層帶或破碎帶” 穿越近地表？



# 1.6 瑞林-紅葉地區地熱地質概念模式



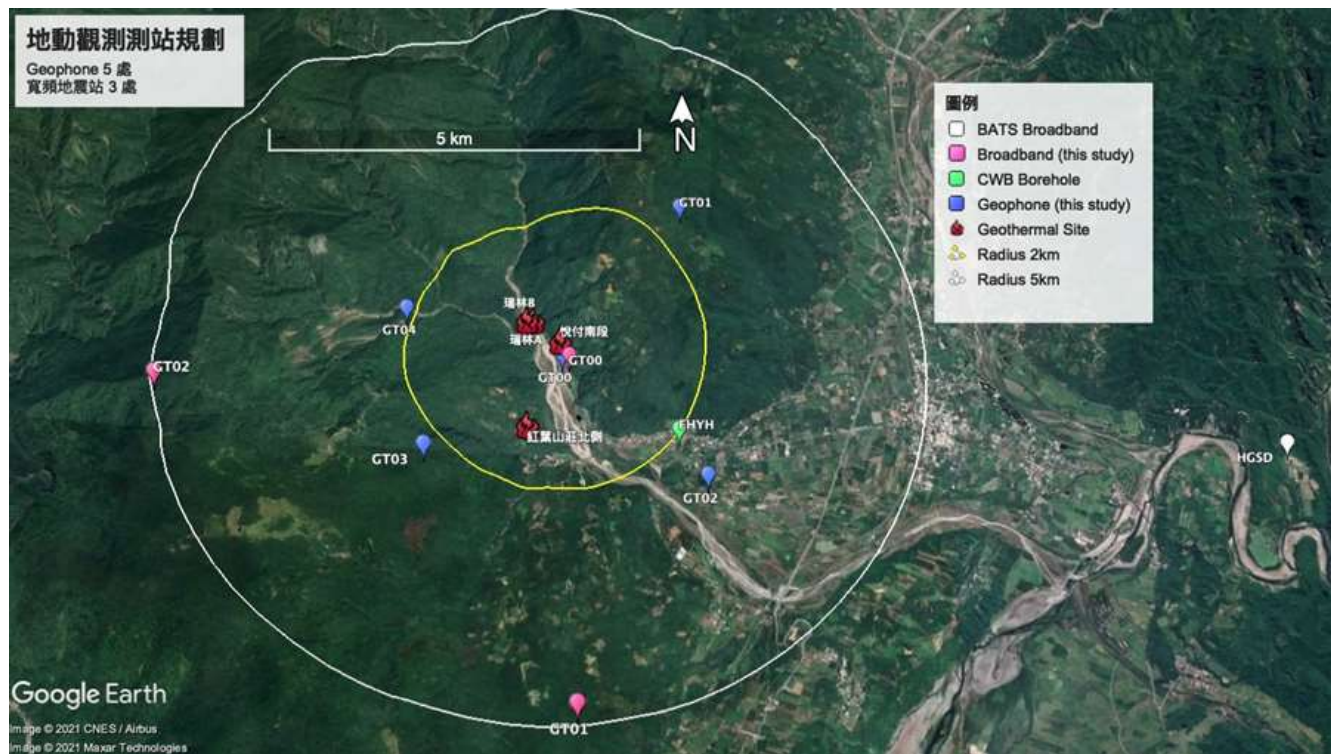
# 1.7 地動觀測執行

## ■ 監測目的

- 場址背景與鑽探期(鑽井行為)間微地震訊號特徵。
- 鑽探前後的地震活動性探討。

## ■ 監測規劃

- 至少5個地動觀測站
- 監測期間涵蓋鑽井工作前1個月，總監測長度至少3個月。



120s寬頻地震儀



4.5Hz Geophone

(趙韋安提供)

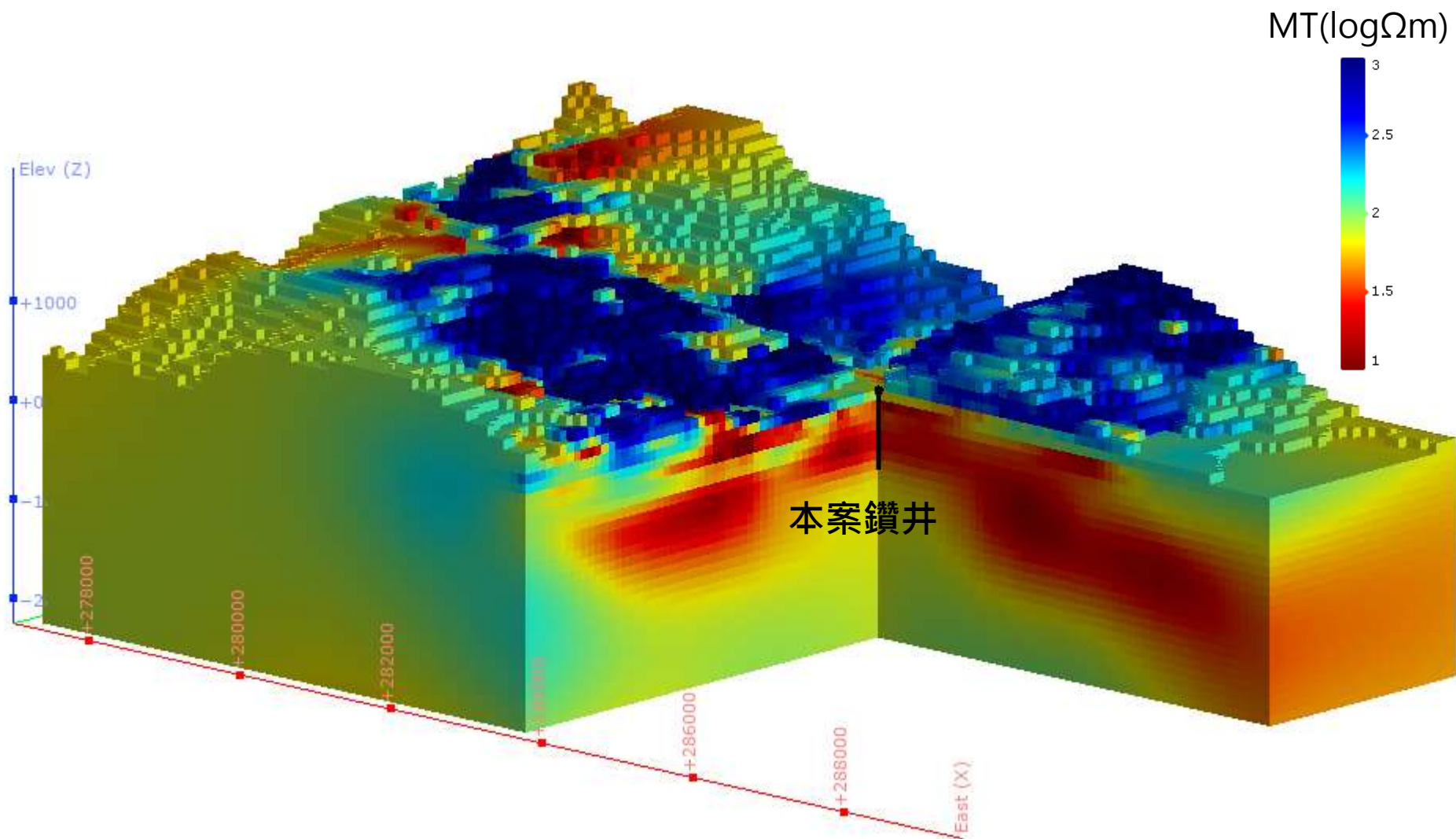
## 二、場址規劃與申請作業程序

- 本案規劃地質調查鑽井(800m含取心)旨在**驗證地熱地質概念模型**：
  - 構造、岩性、地溫、熱源、熱流通道等關聯性
  - 大地電磁探測(低電阻帶)與熱儲層之關聯
- 用地取得(公、私有地及鑽探機具腹地30m×50m、進出動線等)
  - 另排除地質敏感地區、山坡地、需開路整地進行水保計畫審查等因素。
- **挑選七處候選場址並評估排序**，以決定最優先鑽探場址(詳下頁附圖)
  - 候選點位1：卓溪鄉馬立雲山段1地號(公有地)
  - 候選點位2：卓溪鄉馬立雲山段8地號(公有地)
  - 候選點位3：卓溪鄉馬立雲山段1、8地號(公有地)
  - 候選點位4：萬榮鄉悅付南段166地號(公有地、原保地)
  - 候選點位5：萬榮鄉悅付南段531、563、564地號(原保地)
  - 候選點位6：萬榮鄉紅葉段935-1地號(公有地、原保地)
  - 候選點位7：瑞穗鄉溫泉段720地號(公有地)

# 2.1 候選調查井位置分布



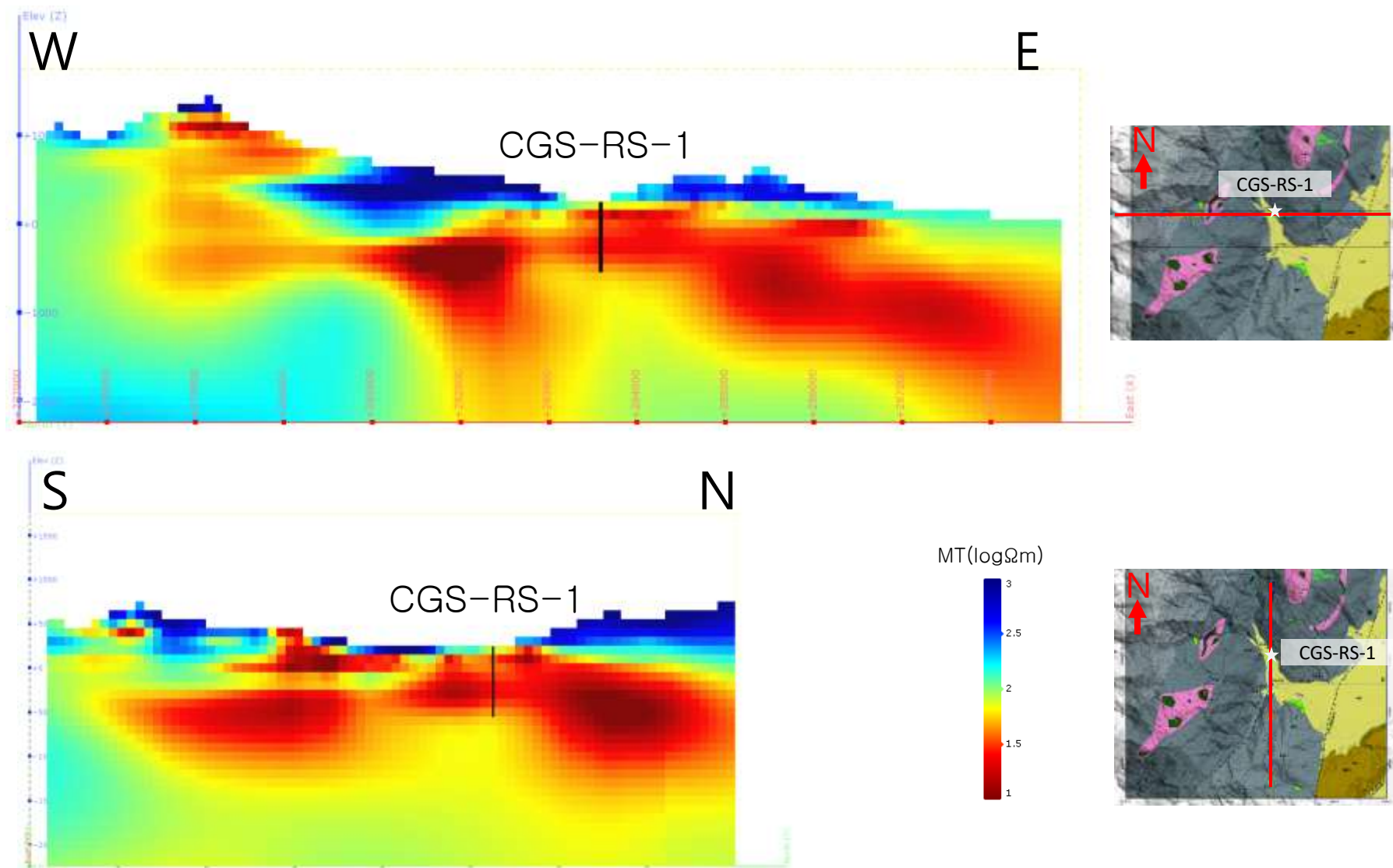
## 2.2 鑽探井位規劃-MT整合資料(1/2)



( MT整合資料由地調所提供 )



## 2.2 鑽探井位規劃-MT整合資料(2/2)

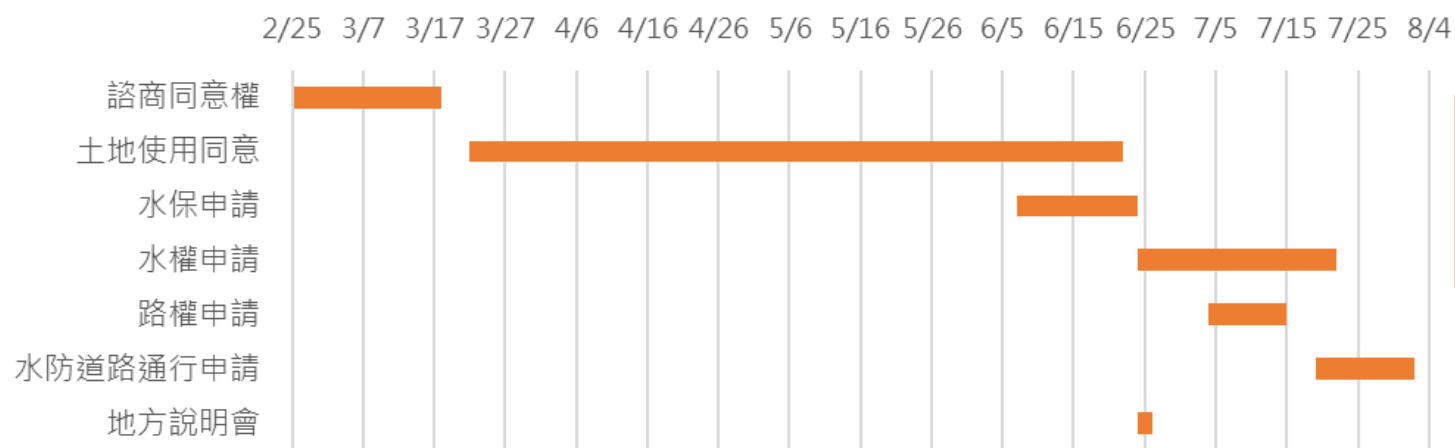


( MT整合資料由地調所提供 )

## 2.3 鑽探調查前置行政作業(1/2)

■ 諮商同意權	原民會開放由鄉公所認定是否須辦理諮商同意權投票
■ 土地使用同意	原住民保留地為原民會管理、縣政府代管
■ 水保申請	是否位屬山坡地，由水保局認定
■ 水權申請	新鑽井需向縣政府建設處水利科申請
■ 路權申請	聯外交通跨越兩鄉，向縣政府申請管制道路通行證
■ 水防道路通行申請	至井場的道路行經水防道路，向水利署申請
■ 地方說明會	與鄉公所與村辦公室協調舉辦時間

鑽探調查前置行政作業



申請鑽探之各項行政程序，耗時約5個月。

## 2.3 鑽探調查前置行政作業(2/2)

### ■ 地方拜會及溝通說明





# 三、鑽探作業執行概況

## ■ 鑽探由豐宇綠能公司負責執行

- 具備清水地熱電廠多口地熱井鑽探之經驗
- 鑽探800公尺調查井、HQ岩心取樣

## ■ 井測由中興工程顧問社負責執行

- 具備台電仁澤地熱可行性研究之經驗
- 採用Protherma PTS-GL探測設備量測地溫

清水地熱電廠執行團隊



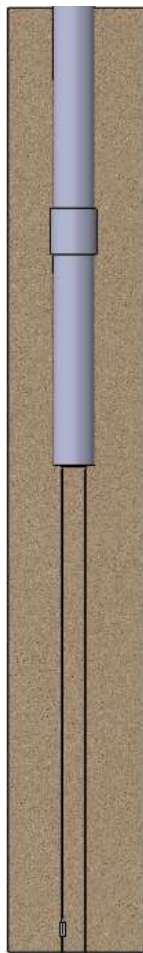
區域地熱探勘與重點潛能評估-花蓮地區 地質鑽探工期規劃								
項次	工作項目	工期 需求日	工期排程(月)					
			8	9	10	11	12	
壹	800m調查井鑽井	132天						
1.1	井場整地	7天						
1.2	鑽機設備動員	7天						
1.3	鑽機組裝、現場設備連	10天						
1.4	井孔鑽鑿暨HQ岩心取樣	82天						
1.5	井下各項科學試驗	14天						
1.6	鑽機拆除	5天						
1.7	場地復原	7天						

# 3.1 調查井井體設計

## 調查井井體設計

- 1. 井深：800公尺
- 2. 地表管直徑約17.8公分
- 3. 3.0~30公尺設置7英寸套管
- 4. 岩心總長度500公尺以上
- 5. 本口井終以鑽井岩屑、混凝土等礫料回填鑽探井，地表不會有生產等用途之設施留存

地表

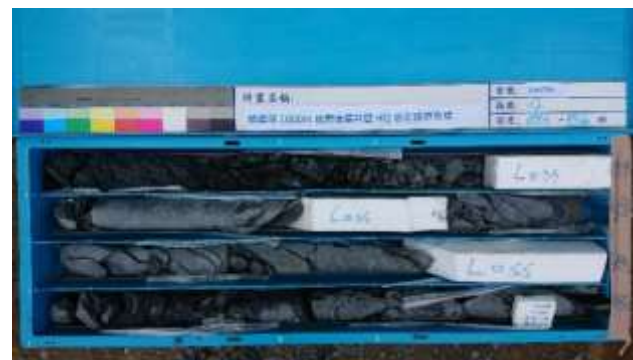


7吋套管  
直徑17.8公分

\*完井後回填岩屑與粒料

裸孔，直徑  
75mm取心孔

800公尺



岩心示意

# 3.2 鑽井工作說明

- 1. 施工時間為每日上午7點至下午7點，夜間不施工，以減少可能產生之阻力。
- 2. 前30公尺以衝鑽方式鑽進，完成後設置套管並於套管外側灌漿固定。
- 3. 目前更換取心鑽機作業中。



## 四、總結

- 本計畫針對花蓮地熱潛能區進行潛能評估，整合既有及最新地熱探勘技術，並藉由產學研跨域合作，建立本土自主之地熱探勘、調查、試驗、建模及評估之全方位地熱探勘技術。
- 110年度進行地表地質調查、地球物理調查、地球化學調查，綜合各項調查成果建立地熱地質概念模型。
- 111年度將以鑽探調查的方式，取得地下地質資料，用以驗證地熱地質概念模型。
- 鑽探調查前之行政作業繁瑣耗時，建議儘早啟動用地取得及鑽井相關申請作業程序(以本案為例，申請鑽探之各項行政程序，總耗時約5個月，各縣市或有不同)。

# 簡報完畢 敬請指教

